Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Dr Nadia **Medjad** | Philippe **Gil** | Philippe **Lacroix**

Neuro **Learning**

Les neurosciences au service de la formation

EYROLLES

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

À l'heure où se former est un enjeu d'adaptation, voire de survie professionnelle, s'appuyer sur les récentes découvertes de la science du cerveau donne l'opportunité d'innover pour renforcer la performance et le confort du formateur et de l'apprenant.

À l'aide de nombreuses références théoriques solides, cet ouvrage propose de montrer de façon concrète comment les neurosciences éclairent la pédagogie à l'ère digitale et permettent de développer une formation professionnelle plus motivante et plus personnalisée.

Chaque thème est structuré en trois items : le décryptage du fonctionnement du cerveau, l'impact sur la façon d'apprendre ou de former, l'apport du digital et la façon dont il renforce les concepts abordés.

Destiné aux professionnels de la formation, cet ouvrage :

- permet de comprendre la façon dont le cerveau humain apprend ;
- donne des repères pour initier une pédagogie adaptée tenant compte d'une meilleure connaissance de l'écologie de notre cerveau ;
- met en avant des idées et propositions pratiques pour nous aider à repenser l'apprentissage en le rendant plus agile et adapté à nos modes de fonctionnement naturels.

© Harcourt

© fumigraphik.com

Médecin de formation, le docteur **Nadia Medjad** est expert en management du stress et de l'attention à l'ère digitale. Elle aide les dirigeants et leurs équipes à décoder le fonctionnement du cerveau grâce aux dernières découvertes en neurosciences pour développer la performance et faciliter la vie en équipe. Elle intervient notamment comme coach et conférencière.

Philippe Gil et **Philippe Lacroix** sont les co-fondateurs d'IL&DI, cabinet conseil spécialisé dans l'innovation en formation et le Digital Learning. Passionnés par la formation et son optimisation, ils combinent leur expertise à celle de Nadia Medjad afin de diffuser les dernières avancées des neurosciences auprès des professionnels de la formation. Ils partagent leur passion au travers de la Digital Learning Academy, du Digital Learning Day ou encore de LearnInnov, solution et événements dédiés à l'innovation en formation.

Neuro Learning
neuro-learning.fr

www.editions-eyrolles.com

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Dr Nadia **Medjad** | Philippe **Gil** | Philippe **Lacroix**

Neuro **Learning**

Les neurosciences au service de la formation

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Groupe Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05

www.editions-eyrolles.com

Maquette et mise en pages : Axel Buret
Illustrations : © Fumigraphik.com

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2017
ISBN : 978-2-212-56469-3

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Dr Nadia **Medjad** | Philippe **Gil** | Philippe **Lacroix**

Neuro **Learning**

Les neurosciences au service de la formation

EYROLLES

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

« Ce qui est simple est faux, ce qui est compliqué
est inutilisable »

Paul Valéry

PRÉFACE 9
INTRODUCTION 11

CHAPITRE 1 UNE DISCIPLINE ÉMERGENTE : LA NEUROÉDUCATION 15

CHAPITRE 2 NEUROMYTHES : LÉGENDES ET AUTRES A PRIORI 27

CHAPITRE 3 APPRENDRE VU DU CERVEAU 43

CHAPITRE 4 L'ATTENTION : UN DOUBLE DÉFI 77

CHAPITRE 5 PAS D'APPRENTISSAGE SANS MÉMORISATION 97

CHAPITRE 6 ÉMOTIONS ET MOTIVATION 129

CONCLUSION 173
BIBLIOGRAPHIE 175
LEXIQUE INDEXÉ 181
TABLE DES MATIÈRES 185

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

PRÉFACE

Cet ouvrage constitue un exploit pédagogique dans la mesure où il transforme un processus éminemment disruptif en un ensemble de possibilités nouvelles pour l'apprentissage. En effet, les mutations évoquées sont sources d'éclatement des repères méthodologiques, culturels, sociaux. Ainsi, la numérisation des savoirs, l'interdépendance croissante de disciplines théoriques et pratiques, l'absence de paradigme scientifique réglant les modes de recherche, de diffusion et de partage des connaissances sont autant de conditions favorables à la fragmentation du sens de toute démarche cognitive. Ainsi, la rapidité des ruptures technologiques, l'ampleur et le rythme des réseaux numériques interdiraient toute réflexion posée, toute pensée un peu construite. De même, l'entremêlement des idéologies et des sciences, l'éparpillement des hypothèses et des stratagèmes mercantiles empêcheraient une clarification des approches utiles à l'apprentissage. Les auteurs n'en croient rien et s'attachent au contraire à montrer l'existence de cheminements théoriques et pratiques propres à fonder une éthique de la formation aussi soucieuse de rigueur méthodologique que de respect des êtres humains.

LES ILLUSIONS ET LES RESSOURCES DE L'APPRENTISSAGE NUMÉRIQUE

La réactivité ne saurait être confondue avec une interaction féconde et la croyance naïve dans les vertus d'un dialogue homme/machine, fondé sur la souplesse et la vitesse, relève au mieux d'un culte du progrès technologique. Naturellement, ce culte fait fi de tous les problèmes attenant au développement et à l'exercice incontrôlé des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). En montrant comment le NeuroLearning doit échapper aux pratiques aveugles d'une formation toute entière tournée vers la puissance des machines, en indiquant l'importance de la prise en considération de mécanismes cérébraux essentiels au bon usage des outils informatiques, les auteurs ouvrent une voie pour la pensée d'un apprentissage numérisé. Rien ne va de soi. Ni le découpage des connaissances (les fameux « grains ») ni la sollicitation continuelle de l'apprenant ne sauraient représenter les conditions d'un apprentissage accompli et durable. Il faut réfléchir autrement et relier les performances de la machine à celles d'un sujet autonome, continuellement traversé par des perceptions et des émotions, un sujet qui construit son environnement pour évaluer les événements et se projeter vers le futur. Sans prétendre éclairer les multiples interactions homme/machine, cet ouvrage donne de précieuses indications pour trouver quelques repères utiles pour un apprentissage multimodal et multifonctionnel.

LA DISPERSION DES SAVOIRS ET L'ÉTABLISSEMENT DE STRATÉGIES COGNITIVES

L'autre mérite de ce livre est d'éviter les deux grands écueils des sciences cognitives contemporaines. D'une part, le scientisme classique qui vise à faire croire que la connaissance du cerveau va permettre de résoudre la plupart des problèmes rencontrés par le genre humain. D'autre part, l'exploitation mercantile de tout résultat partiel d'expérimentations réalisées au sein du vaste champ des sciences cognitives. Parmi le désordre méthodologique régnant et la floraison d'idéologies opportunistes, les auteurs font valoir quelques constats provisoires sur certains apports des neurosciences et montrent leur utilité pour l'apprentissage en général et la formation des adultes en particulier. De surcroît, ils mettent l'accent sur le caractère éminemment falsifiable de toute démarche scientifique en distinguant les raisonnements logiques, théoriques et les preuves expérimentales. Enfin, les auteurs rendent simple et accessible la connaissance des mécanismes cérébraux indispensables à l'appréhension d'un apprentissage évolutif.

UN PEU D'OPTIMISME

Pour les raisons évoquées ci-dessus et pour la confiance modeste et résolue qu'ils manifestent tout au long de cet ouvrage, les auteurs doivent être remerciés à plus d'un titre. Le refus des solutions toutes faites et l'opiniâtreté à dégager des exigences pédagogiques nécessaires au bon apprentissage permettent à tout formateur, mais aussi à tout consultant, de disposer d'un état d'esprit et de techniques favorables aux apprenants. Par ailleurs, le fait de tracer un chemin ouvert dans le désordre général de l'utilisation des connaissances s'apparente presque à de l'héroïsme.

DIDIER NAUD

Diplômé du Centre d'études diplomatiques et stratégiques de Paris et docteur d'État en épistémologie, Didier Naud a développé son cabinet conseil et mené en parallèle une activité de chercheur associé au CNRS. Actuellement consultant en conseil stratégique, il est l'auteur de plusieurs ouvrages sur le management aux éditions L'Harmattan et Démos.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

INTRODUCTION

La science a-t-elle pour vocation dans un avenir proche de prescrire les modalités de formation ? La réponse est clairement non. La science ne prétend pas dicter au formateur ce qu'il doit faire. Elle peut cependant l'enrichir d'un point de vue nouveau et puissant sur ses pratiques.

Ce livre, à la façon d'une torche à large faisceau, a pour objectif d'apporter un peu de lumière sur l'angle de vue des scientifiques lorsqu'ils se penchent sur le cerveau apprenant. Leurs découvertes représentent une source d'informations inestimable sur ce que l'humain est capable d'apprendre et sur la façon dont il apprend.

Malgré l'intérêt qu'ils présentent pour les professionnels de la formation, ces travaux leur sont difficilement accessibles. De plus en plus spécialisées et complexes, les innombrables publications dans ce domaine sont avant tout destinées aux scientifiques eux-mêmes. Elles utilisent un jargon et des méthodologies souvent très opaques pour les non-initiés.

La science du cerveau a connu une progression sans précédent ces vingt dernières années. L'avènement de nouvelles technologies, notamment, a permis de faire un bond énorme dans les connaissances. Le rythme effréné des découvertes reflète le dynamisme d'un des secteurs les plus prolifiques de la recherche.

Lorsque les échos de cette recherche parviennent aux professionnels de la formation, c'est souvent à travers le filtre déformant des médias grand public. Nécessairement simplificateurs, ils sont à l'origine de distorsions et de raccourcis. Les croyances engendrées dans le grand public portent le nom désormais consacré de « neuromythes ».

Relayés par certaines industries, ils se répandent dans le monde de l'éducation sous forme d'outils pédagogiques pseudo-scientifiques. Le paradoxe est atteint lorsque l'on découvre que les enseignants qui s'intéressent le plus aux apports de la science du cerveau sont aussi les premiers pourvoyeurs de neuromythes.

Il manque une passerelle qui viendrait tout naturellement relier la science du cerveau apprenant au monde des professionnels de l'éducation. Une discipline émergente tente de combler cette

lacune. La neuroéducation, encore appelée « neuropédagogie », a cette vocation transdisciplinaire. Son ambition est de relier la science du cerveau aux sciences de l'éducation.

Si cette nouvelle discipline a depuis quelques années une existence officielle, son statut n'est pas encore défini. Son nom même ne fait pas encore l'objet d'un consensus. Elle est décriée par certains qui en redoutent les effets pervers potentiels. L'épidémie de neuromythes alimente les craintes de ses détracteurs. Elle suscite par ailleurs un engouement certain puisque des universités aussi prestigieuses que Harvard et Oxford l'enseignent désormais.

Le bon grain et l'ivraie occupent le terrain. Comment différencier science et pseudoscience quand elles revêtent, en apparence, les mêmes atours ? Il est difficile pour un non-scientifique de faire la part des choses. Nous proposons ici des outils de lecture critiques pour ceux qui souhaitent traquer les fausses promesses de la pseudoscience.

Le NeuroLearning est, à notre connaissance, le premier ouvrage du genre à être entièrement dédié aux professionnels de la formation. Il est le résultat d'une écriture à huit mains réunissant deux experts de la formation à l'ère digitale et deux « passionnés du cerveau », l'une docteur en médecine, l'autre docteur en épistémologie.

Pourquoi avoir intitulé cet ouvrage *NeuroLearning* ?

Nous avons cédé à la mode du préfixe « neuro- » pour sa simplicité mnémotechnique. L'anglicisme « learning » est familier dans l'univers de la formation. Il traduit mieux la vision d'une formation centrée sur l'apprenant. Nous n'avons pas trouvé de terme aussi vif et clair en français. « Neuroapprentissage » ou « Neuroapprenance » sont nettement moins efficaces, non ?

« NeuroLearning » a clairement une connotation marketing qui en agacera certains, notamment les scientifiques. Nous le comprenons et nous l'assumons. Nous sommes tous les quatre des entrepreneurs travaillant dans le monde du business. « NeuroLearning » est une marque déposée. Nous osons prétendre qu'il est possible de créer de la richesse tout en restant honnêtes et généreux dans sa production. Nous aspirons à incarner cette posture et nous ne sommes pas les seuls.

Rendre accessible la science du cerveau à un public non scientifique pose de nombreux défis.

- **Sur le fond :** comment sélectionner les connaissances les plus pertinentes dans un domaine aussi vaste ? Comment restituer les débats scientifiques sans se perdre dans les conjectures ? Comment relayer la complexité sans faire compliqué ?
- **Sur la forme :** où placer le curseur de la simplification sans risquer ni de générer des croyances simplistes ni de noyer le lecteur en péchant par excès de rigueur ?
- **Sur la posture :** comment résister à l'envie de confirmer nos propres opinions en sélectionnant (même inconsciemment) les données qui les confortent le plus ? Nous ne sommes pas davantage que les autres à l'abri des biais cognitifs que nous décrivons.

La connaissance que développent les chercheurs sur le fonctionnement du cerveau doit être comprise et intégrée avec ce que l'on sait par ailleurs de l'apprentissage. Qu'il s'agisse des connaissances académiques issues des nombreuses disciplines qui s'intéressent à l'apprentissage. Ou qu'il s'agisse de l'expérience terrain et de ses multiples enseignements.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

La science est complexe et ses résultats difficiles à appliquer parce qu'ils sont obtenus dans le contexte nécessairement artificiel qu'impose sa méthodologie. La tentative d'appliquer sur le terrain ce que les scientifiques trouvent en laboratoire pose un certain nombre de challenges que nous décrivons. Nous ne sommes qu'au tout début de la tentative d'appliquer la science à l'éducation.

De nombreuses découvertes essentielles issues de la psychologie expérimentale sont méconnues. Certaines remontent à plus d'un siècle mais n'ont pas cheminé jusqu'au terrain de l'éducation. D'autres, très récentes, souvent confinées à un public d'experts, sont issues des neurosciences modernes.

Vous avez entre les mains la première édition de cet ouvrage, il n'a pas la prétention d'être exhaustif, ni idéalement positionné entre vulgarisation scientifique et application pédagogique concrète, il est le résultat d'un long travail sur le croisement de ces deux routes, et pose les bases d'une réflexion qui mérite qu'on s'y attarde, car elle ouvre de nombreuses voies d'enrichissement de nos méthodes d'apprentissage.

Notre posture est celle d'apprenants avides de partager leurs nouvelles connaissances. Notre état d'esprit est celui d'un enthousiasme vigilant. Nous sommes sur une piste aussi puissante que délicate à manipuler. Nous vous invitons à rester critique, y compris sur notre propre contribution.

Le contenu de ce livre est organisé en cinq chapitres qui peuvent être lus indépendamment les uns des autres. De ce fait, un certain nombre de répétitions ont été nécessaires, ce qui, en pédagogie, sera réputé être une vertu.

- **Le chapitre 1** pose les bases de la discipline émergente de la neuroéducation.
- **Le chapitre 2** fait le point des neuromythes en circulation.
- **Le chapitre 3** donne un aperçu des dernières découvertes sur le cerveau et de leurs applications.
- **Le chapitre 4** est dédié au sujet interpellant de l'attention à l'ère digitale et de ses implications en formation.
- **Le chapitre 5** est consacré à la mémoire et aux moyens de la faciliter.
- **Le chapitre 6** se consacre au rôle des émotions dans l'apprentissage et du formidable levier de motivation qu'elles représentent.

Nous espérons que la lecture de ce livre vous fera entrer aussi facilement que possible dans cet univers extraordinaire du cerveau et vous donnera quelques clés pour affiner vos pratiques pédagogiques à la lumière de ce premier décryptage des neurosciences sous l'angle de la formation pour adultes.

Bonne lecture.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CHAPITRE 1

UNE DISCIPLINE ÉMERGENTE : LA NEUROÉDUCATION

Objectifs

- ⊙ **Appréhender le cadre historique récent de l'émergence de la neuroéducation.**
- ⊙ **Identifier les courants favorables et les principaux contradicteurs.**
- ⊙ **Se repérer parmi les sources fiables disponibles : experts, conférences et formations.**
- ⊙ **Découvrir le concept de NeuroLearning.**

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nic
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Avant d'aborder l'apport des neurosciences à la formation pour adultes, il est nécessaire de bien comprendre le cadre historique de cette discipline émergente qu'est la neuroéducation. Vous découvrirez ainsi les grandes lignes de l'approche, les courants de pensée qui la confortent ou s'y opposent, et la nécessaire distance à prendre envers les premières démarches applicatives pratiques qui se dégagent.

La prise de conscience de l'importance de relier science du cerveau et méthodes éducatives est en effet récente. L'existence officielle de la neuroéducation date de quelques années seulement. C'est en 2007 que paraît un rapport[1] très attendu de l'OCDE[2] sur le sujet. Il couronne sept années d'une collaboration multidisciplinaire et internationale pour évaluer l'intérêt du rapprochement des deux communautés. Au terme de ce travail colossal, la puissante organisation conclut : « La neuroscience de l'éducation débouche sur des connaissances précieuses et neuves, qui permettent d'informer politiques et pratiques éducatives. »

QU'EST-CE QUE LA NEUROÉDUCATION ?

Bien qu'elle bénéficie aujourd'hui du soutien de plusieurs gouvernements et de sociétés savantes prestigieuses, la jeune discipline n'a pas encore un statut académique à part entière. Son origine multidisciplinaire lui vaut depuis ses débuts une crise d'identité qui n'est pas encore résolue. Son intitulé et sa définition même ne font pas encore complètement consensus.

En France, les termes les plus fréquemment utilisés sont ceux de « neuroéducation », « neuropédagogie » et de « neurosciences éducatives ». Le rapport de l'OCDE, dans sa version française, l'intitule « neuroscience de l'éducation » et la situe au carrefour des neurosciences cognitives[3] et de l'apprentissage.

Les Anglo-saxons, de leur côté, utilisent les termes de *neuroeducation*, *brain-based education* et, plus récemment, *Mind, Brain and Education Science (MBE) avec la précision « the science of teaching and learning »*. Le dernier intitulé met l'accent sur sa double mission : informer scientifiquement l'apprentissage et l'enseignement. Les Anglo-saxons situent la neuroéducation au carrefour de trois disciplines : neurosciences, psychologie et pédagogie.

Malgré ces variantes, un objectif consensuel se dessine : faire évoluer les bonnes pratiques d'apprentissage et d'enseignement à travers les preuves scientifiques de la façon dont le cerveau apprend[4].

L'ambition de la neuroéducation ne se limite pas à établir des passerelles entre les disciplines. Elle vise l'intégration de connaissances issues de ces champs pour aboutir à une métadiscipline hiérarchiquement supérieure à celles qui lui ont donné naissance. Restent à définir les contours de cette science, notamment son cadre de référence.

1 OCDE, 2007.
2 Organisation de coopération et de développement économique.
3 Définition Wikipédia des neurosciences cognitives : domaine de recherche dans lequel sont étudiés les mécanismes neurobiologiques qui sous-tendent la cognition (perception, motricité, langage, mémoire, raisonnement, émotions…).
4 Berninger, 1998 ; Fisher, 2007 ; Goswami, 2008 ; Tokuhama-Espinosa, 2008.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

DES BUTS, DES PERSPECTIVES ET DES LANGAGES DIFFÉRENTS

Le rapprochement de disciplines aussi différentes que les neurosciences, la psychologie et l'éducation ne va pas de soi, d'autant qu'il en intègre d'autres. Des champs comme la génétique ou l'anthropologie y trouvent leur place. D'autres s'intéressant à l'intelligence et à la connaissance comme la philosophie ou l'épistémologie s'y croisent aussi. Ce brassage qui en fait toute la richesse n'en facilite pas l'appréhension.

Chaque discipline mère se penche sur l'apprentissage à sa façon. Les neuroscientifiques s'intéressent à ce qui se passe dans le cerveau, les psychologues se penchent sur l'esprit, et les enseignants, face aux apprenants, recherchent des approches et des outils pédagogiques efficaces.

Il n'existe pas encore de standards formels pour la neuroéducation. Au-delà de son intitulé et de sa définition, restent encore à définir son vocabulaire et sa méthodologie.

« NEURO », UN LABEL QUI AGACE PARFOIS

Le terme même de « neuroéducation » est un point de contention. Le label « neuro » donne explicitement la vedette aux neurosciences. Cela témoigne de l'essor extraordinaire de la science du cerveau au cours des dernières années, ainsi que de l'engouement général qu'elle suscite. Ce n'est pas sans irriter les acteurs d'autres disciplines impliquées comme la psychologie et les sciences de l'éducation.

David Souza, psychologue américain, auteur de plusieurs ouvrages de référence sur le sujet, rappelle que les contributions les plus nombreuses et les plus directement utilisables en pratique sont issues des sciences cognitives. « Il est plus pertinent sur le terrain de savoir quelle façon d'apprendre est plus efficace que l'autre plutôt que de savoir ce qui se passe dans le cerveau à ce moment-là », dit-il dans son dernier ouvrage [5].

UNE NAISSANCE MOUVEMENTÉE

Quatre décennies de recherches scientifiques, d'échanges et de débats parfois houleux constituent l'histoire de la neuroéducation. C'est à la fin des années 1970 et au début des années 1980 que l'on trouve les premières publications proposant d'intégrer les connaissances scientifiques à la pédagogie. Le biologiste américain Howard Gardner est l'un des premiers à en avoir l'intuition. Ses contemporains Hunter, Posner, Gazzaniga et Hart font également partie des pionniers.

Leslie Hart écrit en 1983 qu'enseigner sans connaître le fonctionnement du cerveau revient à élaborer un gant sans savoir à quoi ressemble une main. Selon elle, si la classe est le lieu de l'apprentissage, alors le cerveau qui est l'organe de l'apprentissage doit être pris en compte.

La même année, Howard Gardner publie sa théorie des intelligences multiples. Ses travaux ne sont pas issus des neurosciences mais ils contribuent à mettre le projecteur sur le fonctionnement du cerveau en matière d'apprentissage. Le terme de *brain-based education* émerge à cette époque. L'idée est née de traduire la science du cerveau pour l'utiliser sur le terrain de la salle de classe.

5 Souza, 2010.

Les années 1990 sont marquées par l'explosion des connaissances en neurosciences. Les scientifiques s'intéressent alors peu à l'application potentielle de leurs découvertes à la pédagogie. Mais le monde de l'éducation s'empare de cette idée. Une déferlante d'ouvrages grand public inspirés par ce sujet voit le jour.

La communauté des sciences cognitives s'alarme de ce phénomène et ne tarde pas à le faire savoir. Les plus modérés admettent que l'idée de relier la science du cerveau à la salle de classe est bonne mais incitent à la prudence. D'autres, plus critiques, clament que l'enseignant, n'étant pas scientifique, n'est pas qualifié pour juger des applications possibles des neurosciences pour l'apprentissage[6]. Des interprétations erronées de la science ou des utilisations inappropriées de résultats valides sont dénoncées. Le terme de « neuromythe » voit le jour. Il désigne des croyances sur le cerveau dénuées de réalité scientifique et pourtant très répandues en pédagogie comme : « Tout se joue avant 3 ans », « On est cerveau gauche ou cerveau droit » ou « Écouter Mozart rend intelligent »… Ces mythes sont revus en détail au chapitre suivant.

Progressivement, certains neuroscientifiques, des psychologues cognitivistes et des enseignants reconnaissent qu'il existe un terrain commun où il est possible de débattre des implications de la science pour la pédagogie.

OFFICIALISATION ET CONSÉCRATION AU XXIe SIÈCLE

En 2002, la neuroéducation est légalement entérinée aux États-Unis dans un texte de réforme de l'éducation : l'Education Science Reform Act[7]. Le National Research Council, émanation du gouvernement américain, publie un livre sur le sujet : *How People Learn*.

En 2004, l'université américaine Harvard Graduate School of Education ouvre le premier cursus universitaire dédié à la neuroéducation. C'est un master intitulé « Mind, Brain and Education ». La prestigieuse institution consacre ainsi aux yeux du monde le lien entre neurosciences, psychologie et éducation.

D'autres écoles et centres de recherche vont suivre rapidement aux États-Unis et dans le monde. En Angleterre, le Center for Neuroscience in Education de l'université de Cambridge propose un master équivalent. Au Québec, c'est l'institut Neuroéducation Québec de l'université du Québec à Montréal (UQAM[8]) qui propose ce cursus. Selon les universités, l'enseignement est rattaché aux départements de neurosciences, d'éducation ou de psychologie.

En 2007, l'OCDE est donc la première organisation internationale à émettre une évaluation positive sur la jeune discipline. C'est à l'issue d'un travail multidisciplinaire et international de sept années qu'elle produit son rapport *Comprendre le cerveau : naissance d'une science de l'apprentissage*. Ses conclusions très favorables connaissent un retentissement mondial.

Le mouvement continue de se développer dans le monde. Les initiatives de recherche et formation se multiplient. Des pays comme le Japon, les Pays-Bas, l'Allemagne, le Mexique, l'Inde ou la France[9] lancent leurs propres projets.

---

6 Bruer, 1997.
7 Eisenhart, 2005.
8 L'UQAM est aussi l'un des berceaux de la réflexion sur la pédagogie pour adultes et la formation à distance.
9 Le neuroscientifique français Stanislas Dehaene, contributeur du rapport de l'OCDE, est un pionnier dans le domaine.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Associations professionnelles et sociétés savantes des disciplines mères s'impliquent dans le mouvement, comme l'International Brain Research Association ou la Society for Neurosciences. De nouvelles organisations voient le jour. On peut citer entre autres :

- **l'American Educational Research Association Special Interest Group on the Brain, Neurosciences and Learning ;**
- **l'association pour la recherche en neuroéducation** (ARN) (ex-Neuroéducation Québec) **;**
- **l'International Mind Brain and Education Society** (IMBES) **;**
- **la Neuro-Education Leadership Coalition.**

Ces mouvements contribuent activement à fédérer les parties prenantes à la recherche d'un consensus. Les conférences dédiées à la nouvelle discipline se multiplient.

C'est aussi en 2007 que paraît le premier journal spécialisé *Mind, Brain and Education* sous l'égide de l'IMBES, créé en lien avec le master de la Harvard Business School. D'autres suivront comme celui de l'ARN au Québec.

Les pays les plus en pointe à ce jour sont les États-Unis, le Québec, l'Angleterre, la Finlande et la Suisse[10].

DES DÉTRACTEURS MOINS VIRULENTS

Malgré son développement spectaculaire, une opposition au rapprochement des disciplines persiste. Un groupe de sceptiques se manifeste régulièrement depuis trente ans. Très virulents au départ du mouvement, ils sont aujourd'hui plus modérés.

Leurs inquiétudes portent sur une union jugée soit prématurée, soit contre nature. Ils pointent le risque d'interprétation erronée de la science, de simplification abusive ou de généralisation. L'émergence des neuromythes dans le monde éducatif est au centre de cette préoccupation. Ils accusent les enseignants de les propager dans une quête d'outils magiques pourvoyeuse d'effets de mode.

Ces détracteurs ont le mérite d'alerter sur des risques de dérive[11]. La question de la valeur pratique et de l'applicabilité des neurosciences reste l'objet d'un vif débat tant chez les scientifiques que chez les éducateurs[12]. Si une majorité se dégage en faveur de la réelle valeur ajoutée de la neuroéducation, il semble important d'en reconnaître les limites.

10 Source : neurosup.fr
11 Bruer, 1997.
12 Della Shiesa, 2016.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

QUELLES SONT LES LIMITES DE LA NEUROÉDUCATION ?

Si la science est susceptible d'apporter un éclairage précieux sur les pratiques pédagogiques, elle n'a pas réponse à tout. Les preuves qu'elle apporte sont à manipuler avec précaution. L'existence des neuromythes en témoigne. Réciproquement, aucun outil pédagogique « basé sur le cerveau » ne devrait être utilisé sans avoir été préalablement évalué par des scientifiques indépendants.

DE LA PREUVE SCIENTIFIQUE À SON INTERPRÉTATION

Nous verrons que la plupart des neuromythes sont nés d'interprétations erronées ou d'extrapolations injustifiées de faits scientifiquement établis. À titre d'exemple, ce n'est pas parce qu'un environnement appauvri en stimuli ralentit l'apprentissage chez le rat qu'un environnement hyperstimulant sera automatiquement favorable à l'enfant. Une hypothèse scientifiquement raisonnable ne devient un fait que lorsqu'elle a été testée selon des méthodes rigoureuses (voir plus loin dans ce chapitre). Ce qui n'est pas le cas ici. Pourtant, les raccourcis comme celui-là sont légion.

DU LABORATOIRE À LA SALLE DE COURS

L'apprentissage est un processus complexe. Son caractère multifactoriel doit être pris en compte même face à des résultats scientifiques solides. Les données neuroscientifiques en particulier doivent être systématiquement croisées avec ce qui est établi par les autres disciplines concernées. Ce n'est pas parce qu'un changement est observé dans la structure du cerveau qu'il est forcément bénéfique. Ce qui fonctionne en laboratoire doit ensuite être testé sur le terrain, ce qui est encore rarement le cas.

DE LA SALLE DE COURS AU LABORATOIRE

En sens inverse, adopter une innovation pédagogique dont les idées clés n'ont pas été pré-testées scientifiquement n'a pas de sens. Une idée présentée comme « neuro-logique »[13] peut être intuitivement séduisante mais non étayée de preuves solides. Dans ce cas, elle ne devrait pas être utilisée.

« Nous vivons dans un monde crédule et celui de l'éducation ne fait pas exception », écrivent en 2012 Sergio Della Sala et Mike Anderson dans leur ouvrage *Neuroscience in Education*. Nous verrons dans le chapitre sur les neuromythes que les faits leur donnent raison. De nombreux outils pédagogiques pseudo-scientifiques sont actuellement largement utilisés malgré leur non-pertinence.

INFORMER PLUTÔT QUE PRESCRIRE

La science se contente de montrer les preuves ou leur absence. Aucun argument scientifique aussi solidement établi soit-il ne peut être en lui-même prescriptif. D'abord parce qu'il n'intervient jamais isolément mais en interaction avec une multitude d'autres facteurs. Ensuite parce qu'il n'exonère pas d'une réflexion éthique, sociale ou politique. À titre d'exemple, ce n'est pas parce

13 Carraway, 2014.

© Groupe Eyrolles

que la Ritaline[14] améliore les troubles de l'attention qu'il faut en donner à tous les enfants qui en présentent (Gazzaniga, 2005).

LES BONNES SOURCES DE LA NEUROÉDUCATION

Au carrefour des différents champs qui la composent, la neuroéducation suscite des querelles de chapelle sur la paternité « naturelle » de la discipline. Lorsqu'une intuition du monde éducatif se trouve contredite par la science, la polémique s'ensuit plus souvent que l'échange. On se souvient en France de la violente polémique autour de l'apprentissage de la lecture lorsque le ministre de l'Éducation a décidé de supprimer la méthode globale au profit de la méthode syllabique à la suite des travaux scientifiques de Stanislas Dehaene[15].

QUI SONT LES EXPERTS EN NEUROÉDUCATION ?

Les experts reconnus en neuroéducation sont encore peu nombreux. Ce sont en majorité des scientifiques qui s'intéressent à l'éducation mais on trouve aussi quelques enseignants qui se sont formés à la science du cerveau. Une revue américaine de la littérature datant de 2008 en recensait une vingtaine seulement[16].

En France, les référents dans ce domaine s'intéressent le plus souvent à l'enfant dans le cadre scolaire. On peut citer entre autres :

- **le neuroscientifique Stanislas Dehaene,** dont l'axe de recherche porte sur l'apprentissage de la lecture et de l'arithmétique, ainsi que sur le cerveau bayesien. Il a contribué aux travaux de l'OCDE cités plus haut ;
- **le chercheur en psychologie cognitive Olivier Houdé,** dont l'axe de recherche porte sur la stratégie de l'inhibition des conceptions erronées ;
- **le neuroscientifique Jean-Philippe Lachaux,** dont l'axe de recherche porte sur la compréhension et la gestion de l'attention ;
- **le chercheur en neurocognition Édouard Gentaz,** dont l'axe de recherche porte sur le toucher au service de l'apprentissage de la lecture ;
- **l'enseignante et chercheuse en psychologie cognitive Pascale Toscani,** responsable du diplôme d'université « Neurosciences et apprentissage » à l'université catholique de l'Ouest ;
- **la chercheuse en philosophie et sciences cognitives Elena Pasquinelli,** qui s'attache à montrer comment les connaissances en sciences de la cognition et du cerveau peuvent améliorer les pratiques éducatives. Son ouvrage consacré aux neuromythes est plusieurs fois cité au chapitre 2 ;
- **le professeur de mathématiques Éric Gaspar,** porteur du projet de neuroéducation Neurosup[17], qui intervient dans les établissements scolaires pour former enseignants et élèves à la neuroéducation.

Leurs ouvrages sont référencés dans la bibliographie. Cette liste de référents du domaine est loin d'être exhaustive.

---

14 Psychotrope indiqué dans le trouble du déficit de l'attention, très largement prescrit aux enfants aux États-Unis.
15 Dehaene, 2011.
16 Tokuhama-Espinosa, 2008.
17 *neurosup.fr*.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

COMMENT SE FORMER À LA NEUROÉDUCATION ?

Malgré son développement rapide sous l'aile de parrains prestigieux, la neuroéducation reste un sujet à peine émergent dans la plupart des pays. Le terme de neuroéducateur, ou neuropédagogue, est apparu pour désigner un professionnel hybride incarnant le mariage de la science du cerveau et de l'éducation[18]. Le développement des cursus spécialisés commence à creuser le sillon de ce nouveau profil.

Comme nous l'avons vu plus haut, après la création du premier master[19] spécialisé à l'université de Harvard en 2004, d'autres universités américaines ont suivi le mouvement. Hormis les États-Unis, c'est l'Angleterre[20] et le Québec[21] qui ont été les premiers à se doter de ces masters. Il en existe aujourd'hui une douzaine dans le monde.

Il est à noter que le programme de ces masters fait une large place au développement cérébral de l'enfant et à des thématiques spécifiques de cette période comme l'apprentissage de la lecture et du calcul.

En France, ce master n'existe pas encore mais certains cursus intègrent la thématique. Les écoles et centres de recherche les plus en pointe sur le domaine sont l'université Paris-Descartes et l'INSERM. Il existe un cours universitaire « Éducation, cognition, cerveau » à l'École normale supérieure. L'université catholique de l'Ouest propose un diplôme d'université intitulé « Neurosciences et apprentissage » sous la responsabilité de Pascale Toscani (citée plus haut).

Par ailleurs, en France, on trouve entre autres projets :

- **la fondation La Main à la pâte** créée en 2011, par l'Académie des sciences, l'École normale Supérieure (Paris) et l'École normale Supérieure de Lyon. Elle propose aux professeurs des écoles des formations sur les sciences cognitives et l'apprentissage ;
- **le projet Neurosup** qui forme enseignants et élèves à la neuroéducation du CM2 à l'université. Plus de 120 établissement en ont bénéficié pour un cumul de 602 neuroclasses à la rentrée 2015 ;
- **l'institut de neurodidactique international** (INI), créé en 2012, qui est une association agréée par le ministère de l'Éducation nationale pour la recherche et la formation en pédagogie. Elle promeut le développement de la recherche en neuroéducation et ses applications pratiques. Elle propose des formations aux enseignants et aux apprenants.

CONFÉRENCES, SITES ET LITTÉRATURE

Sous l'égide des organisations professionnelles et sociétés savantes des disciplines mères, les conférences dédiées à la neuroéducation se multiplient depuis quelques années. À titre d'exemple, l'International Mind Brain and Educational Society donne une conférence tous les deux ans. Au Québec, l'ARN[22] en propose régulièrement. En Europe, les événements de l'EARLI[23] promeuvent également cette thématique. En France, l'Académie des Sciences en 2005 et le Collège de France en 2012 ont organisé leurs premières conférences sur le sujet.

18 Pickering, 2007.
19 « Mind, Brain and Education », Harvard Graduate School of Education.
20 Center for Neuroscience in Education, université de Cambridge.
21 Institut Neuroéducation Québec, université du Québec à Montréal.
22 Association pour la recherche en neuroéducation en lien avec l'UQAM.
23 European Association for Research on Learning and Instruction.

© Groupe Eyrolles

Un panel d'experts américains réunis dans le cadre d'une thèse sur la neuroéducation (Tokuhama-Espinosa, 2008) a passé en revue 4 000 sources d'information sur le sujet. Il y apparaît que la pseudoscience est plus facilement disponible que la bonne science. En 2008, les trois ouvrages les plus vendus et les trois sites les plus consultés sont jugés d'une qualité très insuffisante. Les neuromythes en particulier y figurent en bonne place.

Face à la qualité très inégale des sources d'information, il convient de rester prudent. Il est préférable de s'en remettre aux sources les plus crédibles comme les organisations citées plus haut. Nous fournissons au chapitre suivant des clés de lecture critique pour aider à séparer le bon grain de l'ivraie.

NEUROÉDUCATION : QU'EN PENSENT LES ENSEIGNANTS ?

Une enquête conduite en 2007 par la revue *Mind, Brain and Education* auprès de 189 enseignants anglais et américains révélait que près de 90 % d'entre eux considéraient que la connaissance du fonctionnement du cerveau était pertinente pour élaborer les programmes d'éducation[24]. Ils manifestaient en particulier leur intérêt sur des sujets comme :

- ⊙ **la façon d'enseigner et d'apprendre ;**
- ⊙ **les connaissances neuroscientifiques et cognitives ;**
- ⊙ **les styles d'apprentissage ;**
- ⊙ **la kinésiologie[25] et l'apprentissage ;**
- ⊙ **l'assimilation et le cerveau ;**
- ⊙ **l'émotion et l'apprentissage.**

Il est à noter que les enseignants interviewés étaient issus de l'audience d'une conférence sur la neuroéducation. On peut se poser la question de la représentativité de cet échantillon. Les opinions favorables y sont peut-être surévaluées.

NEUROÉDUCATION : QUELLE VALEUR AJOUTÉE ?

Les nombreuses disciplines qui s'intéressent à l'apprentissage ne sont pas de trop pour éclairer sous toutes ses facettes ce processus complexe. Les données scientifiques, les théories de l'apprentissage et les intuitions des enseignants ont tout intérêt à se croiser.

Quand l'apprentissage est problématique, il peut y avoir plusieurs explications du point de vue du cerveau. Les connaître permet à l'enseignant de mettre en place les solutions les plus adaptées. Quand l'apprentissage se déroule favorablement, il peut souvent être optimisé par une approche plus écologique pour le cerveau.

L'éclairage scientifique sur l'apprentissage et l'enseignement peut apporter de nombreux bénéfices, entre autres :

- ⊙ **fournir des informations** sur le fonctionnement du cerveau ;
- ⊙ **valider des théories** de l'apprentissage ;

24 Pickering, 2007.
25 Discipline scientifique qui étudie les mouvements et postures du corps.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

⊙ **confronter l'opinion** aux faits ;
⊙ **croiser les intuitions** des enseignants avec les résultats scientifiquement établis ;
⊙ **remettre en question** des habitudes anciennes consacrées par l'usage ;
⊙ **alerter sur les outils** basés sur une pseudoscience ;
⊙ **changer le regard** posé sur l'éducation et l'apprentissage.

Ces bénéfices seront d'autant plus grands que :
⊙ **chacun restera conscient des limites** et des enjeux éthiques inhérents à toute science nouvelle ;
⊙ **les échanges seront bilatéraux** entre laboratoires et salles de cours.

DE LA NEUROÉDUCATION AU NEUROLEARNING

Vous l'aurez compris, la majorité des démarches initiées en neuroéducation visent des développements ciblés sur les enfants.

De notre côté, nous avons choisi le vocable de NeuroLearning pour ce livre car notre approche méthodologique est plus générale et les enseignements des neurosciences s'appliquent plus spécifiquement à l'univers du management et de la formation pour adulte.

Le choix du terme NeuroLearning n'est en effet pas neutre car il a pour nous un double sens. Il traduit en effet :
⊙ **d'une part,** la façon dont notre cerveau apprend ;
⊙ **d'autre part,** la façon dont on peut améliorer l'apprentissage par la connaissance du fonctionnement neuronal.

De notre point de vue, capitaliser sur une maîtrise des processus d'apprentissage du cerveau doit profiter :
⊙ **aux professionnels de la formation,** et par cascade à leurs apprenants ;
⊙ **aux managers,** et par construction à leurs équipes.

Si chacune de ces deux catégories d'acteurs de l'entreprise s'approprie de façon raisonnée les premiers décryptages que nous donnons ici de la façon dont le cerveau apprend, nous espérons que tant les formations que les relations au travail seront améliorées pour tous.

Dans ce livre, nous nous concentrerons sur l'amélioration de l'apprentissage et de la formation.

Enfin, nous comprenons bien entendu ceux qui regretteront l'usage d'un anglicisme de plus. Du côté de la formation pour adultes, les Anglais ont en effet deux mots pour désigner la formation : *training* et *learning*. Pour une fois, la langue française est moins riche. Le learning met l'apprenant au centre et c'est cette posture qui nous préoccupe dans la recherche d'efficacité de la formation.

On pourra nous opposer à raison le vocable d'« apprenance » mis en avant par Philippe Carré. Il restera encore beaucoup à faire pour réaliser le passage du NeuroLearning à la neuroapprenance. Peut-être pour la prochaine édition de cette ouvrage ?

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

EN SYNTHÈSE

Depuis quelques années, la neuroéducation émerge comme un champ à part entière. Sa naissance simultanée dans plusieurs régions du globe en témoigne. La réunion des disciplines sophistiquées qui la composent reste un véritable défi. Si les dissensions initiales commencent à s'apaiser, il n'existe pas encore de consensus large sur les fondamentaux de cette nouvelle discipline. Les experts du sujet sont encore peu nombreux.

Les institutions sérieuses proposant une formation à la neuroéducation sont encore peu nombreuses dans le monde. Si les conférences et les publications se multiplient sous l'égide des associations professionnelles et des sociétés savantes, elles restent peu accessibles au grand public. Les sites Internet et les ouvrages les plus populaires sont de qualité très inégale et souvent pourvoyeurs de neuromythes.

L'arrivée de sciences dite « dures » dans le champ de l'éducation offre la possibilité de croiser intuitions et théories avec des faits scientifiquement établis. Un échange bilatéral nourri ne peut qu'enrichir les parties prenantes. La discipline émergente de la neuroéducation offre un cadre officiel à cet échange.

Le NeuroLearning est la déclinaison naturelle et adaptée de ces approches dans le monde adulte du formateur, du manager et de l'apprenant.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CHAPITRE 2

NEUROMYTHES : LÉGENDES ET AUTRES A PRIORI

Objectifs

- Dénoncer les neuromythes et rétablir les faits scientifiques.
- Donner à comprendre comment nos intuitions peuvent nous tromper.
- Proposer une grille de lecture critique des produits pédagogiques se réclamant des neurosciences.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALA
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Le cerveau a toujours fasciné et les découvertes dans ce domaine frappent fortement les esprits. De nombreuses légendes circulent à son sujet depuis toujours. Elles l'investissent généralement de pouvoirs extraordinaires. Ces croyances sont d'autant plus vivaces qu'elles capitalisent sur nos attentes, nos craintes et nos espoirs. Qui n'a jamais souhaité augmenter sa mémoire ou son intelligence ?

Mythes et croyances se sont multipliés à partir des années 1990, surfant sur la prolifique décennie du cerveau. Leur popularité dans l'univers éducatif fut et reste particulièrement forte, ce qui a alerté l'opinion scientifique. Une vive controverse s'en est suivie autour du concept même de neuroéducation. Le terme « neuromythe » est né de ce débat.

LA CHASSE AUX NEUROMYTHES EST OUVERTE

D'OÙ SORTENT LES NEUROMYTHES ?

Les neuromythes sont des croyances erronées sur le fonctionnement du cerveau humain. Ils naissent généralement lorsqu'une découverte scientifique est relayée par les médias grand public sous une forme trop simplifiée, source de raccourcis abusifs. Parfois, ils s'appuient sur une connaissance ancienne devenue obsolète.

La science a toujours avancé à tâtons par essai-erreur. Chaque découverte inattendue est d'abord source de débats dans la communauté scientifique. Au fil du temps, les résultats initiaux se voient confirmés, corrigés ou réfutés. Alors que le scoop initial a marqué les mémoires, le démenti éventuel qui lui succède passe souvent inaperçu auprès du grand public.

La communauté scientifique a aussi sa part de responsabilité. La course à la publication pousse les chercheurs à médiatiser des résultats parfois trop préliminaires. Les revues scientifiques sélectionnent plus volontiers les résultats les plus spectaculaires et refusent en général les études négatives[1] donnant ainsi un poids disproportionné aux résultats les plus éclatants. Enfin, si les chercheurs avaient l'opportunité de s'impliquer davantage dans la communication de leurs travaux au grand public, cela laisserait moins de place aux dérives éventuelles.

À QUI PROFITENT LES NEUROMYTHES ?

Si les médias jouent un rôle clé dans l'émergence de ces mythes, d'autres se chargent de les faire prospérer. Industrie et sphère politique en particulier sont promptes à les exploiter à leur profit. Outils et approches pédagogiques pseudo-scientifiques envahissent le marché de l'éducation[2]. Les politiques, de leur côté, instrumentalisent de plus en plus les découvertes scientifiques pour bénéficier d'une aura de crédibilité ou pour apparaître comme novateurs.

C'est ainsi que des « scoops » totalement invalidés par la suite peuvent persister des décennies dans la mémoire collective.

1 Une étude qui ne livre pas le résultat escompté apporte pourtant des connaissances précieuses à la communauté scientifique.
2 Byrnes, 1998.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

ÉRADIQUER LES NEUROMYTHES : OUI MAIS ATTENTION !

Simplifications excessives et généralisations abusives persistent longtemps après la démonstration de leur caractère infondé. Ces distorsions sont inhérentes aux tentatives de vulgarisation des contenus scientifiques. La simplification se fait toujours au prix d'une perte de précision, donc d'un certain niveau de rigueur.

Comme l'explique Elena Pasquinelli, dans son ouvrage[3], dénoncer les neuromythes n'est pas sans danger. Le premier est de trop simplifier les explications données pour les débouter, contribuant ainsi à en générer d'autres. Le second est de renforcer leur trace à force de les revisiter. Ils deviennent alors familiers, ce qui leur confère une aura de crédibilité (les publicitaires utilisent largement ce phénomène). Cependant, comment espérer les éradiquer sans d'abord les dénoncer ?

COMMENT ARMER ENSEIGNANTS ET DÉCIDEURS FACE AUX NEUROMYTHES ?

Paradoxalement, les enseignants les plus intéressés par les neurosciences sont aussi ceux qui succombent le plus à ces mythes[4]. Des programmes dénoncés par la science comme la Brain Gym®, les styles d'apprentissage ou « l'effet Mozart » se sont diffusés à large échelle, validés par un certain nombre de programmes éducatifs dans le monde. Certains États ont même été jusqu'à prendre des mesures officielles visant à les encourager[5].

S'il est bien légitime de vouloir profiter des progrès de la connaissance, encore faut-il pouvoir distinguer la bonne science de celle qui prétend l'être. Et c'est là que le bât blesse. Ni les prescripteurs ni les utilisateurs des produits éducatifs basés sur la science ne sont outillés pour séparer le bon grain de l'ivraie. D'où l'importance de les éduquer en ce sens.

DIX NEUROMYTHES À POURFENDRE

NEUROMYTHE N° 1 : « NOUS N'UTILISONS QUE 10 % DE NOTRE CERVEAU »

FAUX

Ce mythe concerne la notion erronée selon laquelle nous n'utiliserions qu'une fraction de notre cerveau, sous-exploitant ainsi son potentiel. Son origine ancienne pourrait remonter aux premières recherches sur le cerveau dans les années 1930. Les appareils de mesure peu sensibles à l'époque relevaient des zones cérébrales « silencieuses » donnant l'impression d'une utilisation partielle. Selon une autre thèse, la description du cerveau en zones très spécialisées aurait contribué à laisser penser que seule une zone fonctionnait à la fois. Einstein, de son côté, aurait prétendu

3 Pasquinelli, 1995.
4 Howard-Jones, 2011 ; Deckker, Lee, 2012 ; Tardif 2016.
5 En 1998, la Floride rend obligatoire la musique classique en maternelle. En Géorgie, le gouverneur demande 105 000 dollars pour en faire profiter les jeunes mamans. En Australie, les autorités éducatives font la promotion de la Brain Gym® et subventionnent la formation des enseignants à cet outil.

n'utiliser que 10 % de son cerveau. L'imagerie cérébrale moderne pourrait aussi contribuer à ce mythe en suggérant que seules les régions délimitées par des couleurs fonctionnent, alors qu'en réalité, celles-ci révèlent un *surcroît* d'activité par rapport au reste du cerveau.

En réalité, la neuro-imagerie montre que nous mobilisons à chaque instant une grande quantité de régions interconnectées et réparties dans les deux hémisphères. Nous utilisons la totalité de notre cerveau y compris lors de l'inactivité la plus complète et même pendant le sommeil. Son potentiel se développe grâce à la plasticité cérébrale que nous verrons plus loin.

NEUROMYTHE N° 2 : « NOUS SOMMES CERVEAU DROIT OU CERVEAU GAUCHE »

FAUX

On entend souvent que les personnalités plutôt créatives seraient de type « cerveau droit » alors que les personnalités plutôt rationnelles seraient de type « cerveau gauche ». L'idée que nous utiliserions davantage un hémisphère cérébral que l'autre ne repose sur… rien. Le test de la danseuse proposé sur Internet[6] pour identifier ce profil imaginaire illustre en réalité une propriété du cerveau qui n'a rien à voir avec le sujet[7]. Il s'agit en réalité de ce qu'on appelle la perception bistable d'un stimulus ambigu. La scène visuelle de la danseuse peut donner lieu à deux interprétations (tourner dans un sens ou tourner dans l'autre). Le cerveau choisit d'abord une perception puis passe à l'autre au bout d'un moment.

Cette croyance erronée part du fait qu'il existe une relative spécialisation hémisphérique, c'est-à-dire que les deux moitiés du cerveau ne font pas exactement la même chose. Cette asymétrie n'a aucun rapport avec la personnalité. L'hémisphère gauche, par exemple, est le siège des principales fonctions du langage (chez le droitier). L'hémisphère droit est mieux équipé pour la vision dans l'espace. Cependant, la plupart des tâches que nous effectuons demande la collaboration des deux hémisphères. Ils sont reliés par une voie massive de communication appelée « corps calleux ». Qu'il s'agisse de réfléchir ou de créer, les deux moitiés du cerveau fonctionnent ensemble en permanence[8].

Ce mythe a permis à une génération de consultants spécialisés en ressources humaines et développement personnel de surfer sur une vague incroyable de publications et de stages dans les années 1990 à 2000.

NEUROMYTHE N° 3 : « TOUT SE JOUE DANS LA PETITE ENFANCE POUR APPRENDRE »

FAUX

Selon cette croyance erronée, il est critique de faire certains apprentissages à un âge précis sous peine de ne plus pouvoir les réaliser par la suite ou très difficilement. « Tout se joue avant 3-6 ans », prétend ce mythe.

6 vadeker.net/enigmes/danseuse.html
7 Parker, 2003.
8 Corballis, 2014.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

C'est au début de la vie que la plasticité neuronale, c'est-à-dire la capacité du cerveau à se remodeler, est la plus intense, c'est pourquoi les enfants apprennent très vite. Les périodes optimales pour apprendre sont alors dites « sensibles » ou « critiques ». L'apprentissage est tout à fait possible après, il sera simplement plus long et moins facile. L'homme est neurologiquement programmé pour apprendre toute sa vie, et ce jusqu'au plus grand âge.

NEUROMYTHE N° 4 : « IL EXISTE TROIS STYLES D'APPRENTISSAGE »

FAUX

Ce mythe particulièrement répandu chez les enseignants prétend que chaque apprenant aurait un style d'apprentissage privilégié : visuel, auditif ou kinesthésique. En réalité, ces préférences, quand elles s'expriment, sont de simples habitudes de travail. La science démontre que s'y conformer n'apporte aucun bénéfice.

L'homme est avant tout un être visuel quelle que soit sa préférence éventuelle. Il est démontré qu'associer une image à une explication facilite l'apprentissage chez tous. Nous verrons plus loin que multiplier les modalités sensorielles facilite attention et mémorisation chez *tous* les apprenants.

Les réflexions récentes des spécialistes de la formation pour adultes remettent aussi largement en question cette théorie des styles d'apprentissage[9].

NEUROMYTHE N° 5 : « ÉCOUTER MOZART REND INTELLIGENT »

FAUX

Ce mythe est basé sur un « bug » scientifique. C'est en 1973 que des chercheurs américains publient dans la prestigieuse revue *Nature* des résultats révélant un gain de QI (quotient intellectuel) à la suite de l'écoute d'une sonate de Mozart. Dans cette étude, trois groupes d'adultes étaient soumis à la batterie de tests cognitifs du QI avant et après avoir écouté soit Mozart, soit une musique relaxante, soit rien. Le groupe « Mozart » montrait un gain très limité sur des capacités de raisonnement dans l'espace. Cet effet ne durait que quelques minutes. Les autres tests ne montraient rien. Bien que très préliminaire, ce résultat fit le tour du monde.

Il fallut plus de quinze ans pour se rendre à l'évidence : bien que rigoureuse, l'étude initiale avait donné un résultat erroné[10]. Dans l'intervalle, la légende avait pris racine. Les produits estampillés « effet Mozart » inondaient le marché éducatif mondial en prétendant notamment développer l'intelligence des jeunes enfants jusque dans le ventre de leur mère. Il est à noter que l'étude, elle, se limitait strictement à l'adulte.

Si l'« effet Mozart » se révèle un flop scientifique, des travaux de recherche récents suggèrent qu'*étudier* la musique dans l'enfance est favorable pour la cognition (White-Schwoch, 2013).

9 Christine Vaufrey, intervention aux Learning Happy Hours de juin 2015 : « La notion de style d'apprentissage a-t-elle un sens ? ».
10 Chabris, 1999.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

NEUROMYTHE N° 6 : « LA BRAIN GYM® FAVORISE L'APPRENTISSAGE »

FAUX

Le programme Brain Gym®, que l'on peut traduire par « gym du cerveau », prétend faciliter le transfert de l'information entre les deux moitiés du cerveau par une série d'exercices. Il propose par exemple de respirer par la narine gauche pour stimuler le côté droit du cerveau, ce qui n'a aucune base scientifique.

Créée par un enseignant britannique et vendue dans quatre-vingts pays, cette méthode se réclame à tort des neurosciences [11]. Malgré des campagnes scientifiques la réfutant, elle continue de séduire les éducateurs dans de nombreux pays. Il est à noter que leurs auteurs ont éliminé de la dernière édition les assertions les plus absurdes [12].

S'il est démontré que l'exercice physique, quel qu'il soit, est bon pour le cerveau, le programme Brain Gym® est unanimement condamné par les scientifiques [13].

NEUROMYTHE N° 7 : « LE CERVEAU (DES FEMMES/DES JEUNES) EST MULTITÂCHES »

FAUX

On entend fréquemment dire que les femmes ou les jeunes générations sont plus douées pour les activités multitâches. À la question « Sont-ils plus productifs en réalisant plusieurs tâches à la fois ? », la réponse des scientifiques est catégorique : non. Au contraire, cumuler les tâches en parallèle met le cerveau en difficulté. C'est notamment la raison pour laquelle il est interdit de téléphoner quand on est au volant.

Le seul cas où une double tâche est possible est quand l'une d'entre elles est totalement automatisée, comme marcher en parlant. Même dans ce cas, il suffit d'un imprévu pour que l'activité automatique s'interrompe. Notre cerveau est beaucoup plus efficace quand il réalise une tâche à la fois quels que soient l'âge et le sexe.

NEUROMYTHE N° 8 : « HOMMES ET FEMMES ONT DES INTELLIGENCES TRÈS DIFFÉRENTES »

FAUX

On entend souvent dire que les hommes et les femmes n'ont pas la même intelligence, et notamment que les hommes seraient plus doués en mathématiques. Qu'en est-il ? Anatomiquement, le cerveau de l'homme est plus volumineux et plus lourd que celui de la femme. Il existe aussi des différences fonctionnelles : l'aire du langage, notamment, apparaît plus active chez les femmes. L'imprégnation

11 Lorant-Royer, 2008 ; Pashler, 2009.
12 Dennison, 2010.
13 Geake, 2008.

© Groupe Eyrolles

hormonale du cerveau n'est pas la même puisque les hormones sexuelles y circulent. Aucun lien n'a été établi entre ces variations et d'éventuelles différences de fonctionnement cognitif.

Si certains rapports ont suggéré par le passé une supériorité des garçons sur les filles en mathématiques, d'autres plus récentes les remettent en question. Une étude portant sur 86 pays[14] a montré que la différence, quand elle existe, est faible et davantage imputable aux facteurs sociaux qu'au genre. Par ailleurs, une méta-analyse révèle que les filles auraient de meilleurs résultats scolaires quelle que soit la matière, et ce depuis un siècle[15].

Si l'on constate dans le cerveau des différences biologiques liées au sexe, leur signification n'est pas établie. En particulier, l'intelligence des hommes et des femmes reste tout à fait comparable (à noter qu'il n'existe pas de réelle définition scientifique de l'intelligence…).

NEUROMYTHE N° 9 : « LES JEUX VIDÉO DE *BRAIN TRAINING* SONT EFFICACES »

FAUX

Les jeux vidéo d'entraînement du cerveau appelés *brain training* sont très populaires aux États-Unis et arrivent à l'assaut de notre marché. Sont-ils efficaces pour améliorer durablement les fonctions cognitives ? De nombreuses études cherchent à répondre à cette question. À ce jour, les résultats sont décevants[16]. Un collectif de scientifiques s'est même mobilisé aux États-Unis pour les dénoncer auprès des consommateurs[17].

Une vaste étude publiée dans *Nature* a analysé l'effet comparé de trois entraînements sur 11 430 sujets adultes[18] :

- **soit recevoir un entraînement vidéo** de type *brain training* ;
- **soit recevoir un entraînement classique au raisonnement** et à la résolution de problème ;
- **soit répondre à des questions banales** en cherchant la réponse sur Internet.

À l'issue de six semaines de ce régime, les trois groupes avaient augmenté leurs scores cognitifs de façon similaire.

Deux études réalisées en France chez les enfants en classe montraient que l'effet de Nintendo *Brain Training*® était similaire à celui obtenu avec des jeux réalisés au crayon sur papier[19].

Outre l'absence de résultat probant, la question que posent ces jeux est celle de la transférabilité des apprentissages qu'ils transmettent. Il suffit de s'entraîner à une tâche pour devenir plus performant dans celle-ci. Pour autant, ce n'est pas parce qu'on augmente son score au jeu, par exemple en cliquant plus rapidement sur une cible, que cela va modifier automatiquement nos performances cognitives dans la vie courante.

14 Kane, 2012.
15 Voyer, 2014.
16 Bavelier, 2012.
17 Stanford, 2014.
18 Owen, 2010.
19 Lorant-Royer, 2008 et 2010.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Trois pistes sérieuses, mais encore préliminaires, émergent :

- **l'entraînement de la mémoire de travail,** notamment chez les sujets souffrant d'un déficit de l'attention[20] ;
- **l'entraînement de l'attention** et des fonctions exécutives[21] ;
- **de simples jeux vidéo d'action** auraient pour effet une amélioration durable et généralisable sur la cognition spatiale[22].

NEUROMYTHE N° 10 : « IL EST POSSIBLE D'APPRENDRE EN DORMANT »

FAUX

La croyance erronée selon laquelle il serait possible d'apprendre en dormant n'est pas nouvelle. Des chercheurs de l'ancienne Union soviétique s'étaient penchés sur cette question dans les années 1950-1960. Certaines de leurs études prétendaient obtenir des résultats positifs mais présentaient de gros défauts méthodologiques. Cela explique que les scientifiques des pays occidentaux n'aient jamais pu reproduire les effets allégués.

Pour apprendre, il faut être éveillé car des efforts conscients sont nécessaires. Si le sommeil ne permet pas de faire de nouveaux apprentissages, il joue cependant un rôle considérable dans le développement et le fonctionnement du cerveau. Il permet notamment de consolider les apprentissages que l'on a fait en période d'éveil.

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

Cinq évidences scientifiques

- Nous utilisons 100 % de notre cerveau.
- Multitâches = lenteur + erreurs.
- Notre cerveau est câblé pour apprendre toute la vie.
- Nous sommes tous d'abord « visuels ».
- Cerveau homme/cerveau femme : plus de similarités que de différences.

Cinq approches rejetées par la science

- les styles d'apprentissage visuel/auditif/kinesthésique ;
- les approches cerveau droit/cerveau gauche ;
- l'« effet Mozart » ;
- la Brain Gym® ;
- les jeux vidéo de type *brain training*.

20 Geraerts, 2010 ; Chacko, 2014 ; Harrison, 2013.
21 Rueda, 2005.
22 Bavelier, 2010 ; Spence, 2010.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

COMMENT NOTRE CERVEAU NOUS ILLUSIONNE

Certaines idées nouvelles séduisent car elles paraissent intuitivement évidentes. Cela ne suffit pas à les rendre pertinentes. Notre cerveau recherche en permanence à donner du sens aux informations qu'il reçoit. À notre insu, il nous tend des pièges en matière de jugement. Les sciences cognitives nous montrent que nous nous trompons souvent et de façon tout à fait prévisible. Étonnamment, nous ne tenons aucun compte de cette réalité.

UN CERVEAU PROFONDÉMENT INFLUENÇABLE

Il suffit d'assister à un spectacle de magie pour réaliser à quel point notre cerveau est facilement abusé. Une branche des neurosciences collabore d'ailleurs avec des illusionnistes pour mieux comprendre ces phénomènes. Cette réalité nous crève les yeux lors d'un spectacle, et pourtant, nous l'oublions complètement dans notre quotidien.

S'il est aujourd'hui possible d'être opéré sans être endormi, c'est grâce à l'impressionnante suggestibilité du cerveau. L'hypnose clinique[23] utilise cette propriété pour faire « oublier » au patient une douleur même très intense. L'hypnose est en effet susceptible de soulager une douleur qui résiste à la morphine.

La grande suggestibilité du cerveau se manifeste dans nos choix quotidiens. Elle fait les choux gras du marketing et des instituts de sondage, entre autres. La simple formulation d'une question influence notre réponse à notre insu. Les sciences cognitives nous révèlent que nos perceptions nous trompent et que notre raisonnement est souvent biaisé. Le savoir permet de gagner en lucidité et de recourir à des stratégies adaptées pour en limiter les effets.

LA PUISSANCE DE L'ARGUMENT NEUROSCIENTIFIQUE

Les arguments qui font appel à la science du cerveau sont plus particulièrement trompeurs. Des chercheurs ont démontré qu'une explication assortie d'un argument neuroscientifique, même totalement inapproprié, est plus persuasive que la même explication sans cet argument. Une autre étude a révélé que la présence d'une image du cerveau sans lien avec l'explication qui l'accompagne va jusqu'à abuser les scientifiques eux-mêmes[24].

LA REDOUTABLE ANALOGIE FALLACIEUSE

Lorsqu'un argument d'efficacité est uniquement basé sur un raisonnement, il faut se montrer vigilant. De nombreux produits pseudo-scientifiques utilisent la stratégie de l'analogie fallacieuse. L'exemple proposé par le neurologue américain Sergio Della Sala[25] est éclairant.

23 Gueguen, 2015.
24 Weisberg, 2008 ; McCabe, 2008.
25 Della Sala, 2012.

Des thérapies utilisant des aimants prétendent soulager les douleurs selon l'argument suivant.

- **Le sang contient du fer** (A-B).
- **Le fer est mobilisé par les aimants** (B-C).
- **Donc un aimant peut mobiliser le flux sanguin** soulageant ainsi la douleur (donc A-C).

Bien que les deux premières propositions soient vraies, la conclusion est fausse à deux titres au moins :

- **Le fer du sang n'est pas magnétique.**
- **S'il l'était, cela ne constituerait pas une preuve.** Il faudrait encore démontrer par des études rigoureuses que mobiliser ainsi le flux sanguin soulage la douleur.

Le point clé est ici qu'un raisonnement scientifique, même crédible, ne constitue pas une preuve.

A FAIT MIEUX QUE B : ET ALORS ?

Il suffit de séparer un groupe d'individus en deux et de mesurer n'importe quel paramètre cognitif pour trouver une différence entre les deux groupes. À partir de là, comment interpréter une différence quand on teste une intervention ? C'est l'analyse statistique qui va permettre de savoir si la différence est attribuable au hasard ou à l'intervention. Quand le résultat est significatif, c'est-à-dire qu'il peut être attribué à l'intervention, il est assorti de la mention « p inf à 0,05 ».

Il reste ensuite à décider si la différence significative est pertinente pour la pratique. Par exemple : si une stratégie fait gagner 2 points sur un score qui en comporte 100, est-il pertinent de l'utiliser ? En d'autres termes, le jeu en vaut-il la chandelle ? Sur ce dernier point, la science n'apporte pas de réponse puisqu'elle n'a pas d'opinion sur les résultats qu'elle révèle. C'est là qu'interviennent les enjeux économiques, politiques, éthiques…

EN PRATIQUE

Une différence observée entre deux groupes ne veut rien dire si elle n'est pas à la fois :

- statistiquement significative ;
- pertinente en pratique.

BIAIS COGNITIFS ET AUTRES CHAUSSE-TRAPPES

Pour s'adapter aux changements constants de notre environnement, notre cerveau émet rapidement des jugements pour prendre quantité de décisions. La multitude d'informations qui lui parviennent sont instantanément classées dans des catégories grossières : vrai/faux, pour/contre, ami/ennemi… Si ces raccourcis automatiques sont indispensables à notre survie, ils ne sont pas sans risque car ils nous induisent en erreur dans un certain nombre de cas. Ces erreurs, appelées *biais cognitifs*, se font systématiquement dans le même sens, ce qui les rend tout à fait prévisibles.

Les biais cognitifs sont des raccourcis automatiques que prend notre cerveau pour émettre rapidement des jugements et prendre des décisions. Ils nous permettent d'être efficaces mais nous induisent fréquemment en erreur à notre insu.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Une fois qu'on les connaît, ces biais sont faciles à repérer et exploiter chez les autres. Cela ne nous empêche pas d'y succomber nous-mêmes car nous restons aveugles aux nôtres. La science nous démontre que le regard que nous portons sur notre propre raisonnement est truffé d'angles morts. L'adage de la poutre que l'on voit dans l'œil du voisin alors que l'on ignore la paille dans le nôtre illustre bien ce processus !

En résumé, le regard que nous portons sur notre propre raisonnement est largement biaisé.

CONNAISSEZ-VOUS L'EFFET HAWTHORNE ?

Cet effet tire son nom de l'usine qui l'a rendu célèbre dans les années 1920-1930. Désirant évaluer l'impact de l'environnement sur la productivité, ses responsables décidèrent de tester l'effet d'un éclairage différent sur les travailleurs. L'efficacité des ouvrières augmenta immédiatement et le lien avec le changement de lumière fut mis en avant. Il a ensuite été démontré qu'il s'agissait en réalité d'un biais d'observation. Notre comportement change dès que nous nous sentons observés. Cet effet est transitoire. C'est pour éliminer ce biais qu'un groupe contrôle est indispensable.

EN FORMATION

Lorsqu'un enseignant teste un nouvel outil pédagogique, l'apprenant bénéficie d'un surcroît d'attention qui l'amène à faire davantage d'efforts. Sa performance s'en trouve augmentée, ce qui risque d'être attribué à tort à l'outil expérimenté. L'effet disparaît par la suite mais, dans l'intervalle, les opinions se sont forgées. Si elles se maintiennent malgré l'évidence contraire, c'est grâce à deux autres biais : le *biais de confirmation* et l'*aversion à la perte*, que nous allons voir maintenant.

DISSONANCE COGNITIVE ET BIAIS DE CONFIRMATION

Lorsque nos croyances sont remises en question, nous expérimentons un conflit dans nos perceptions. Cela produit une sensation désagréable appelée *dissonance cognitive*. C'est là que le *biais de confirmation* vient à la rescousse de notre bien-être. Il désigne la tendance automatique à rechercher les arguments qui vont dans le sens de notre opinion et à rejeter les autres. Cela se produit de façon automatique, à notre insu.

Ce réflexe est renforcé par un autre biais appelé *aversion à la perte*. À chaque fois que nous investissons du temps, de l'argent ou de l'énergie dans un projet, nous avons ensuite le plus grand mal à y renoncer. C'est comme cela que nous persistons parfois à faire fausse route malgré l'évidence de notre erreur.

Deux autres biais conspirent encore à nous induire en erreur et méritent d'être cités ici :

⊙ **le *biais de conformité*** qui fait qu'une idée émanant du groupe auquel on appartient est plus facilement acceptée qu'une autre ;

⊙ **le *biais de disponibilité*** qui fait qu'on s'appuie plus volontiers sur les exemples disponibles (anecdotes dans l'entourage) que sur les statistiques.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

L'EFFET GOLEM, INVERSE DE PYGMALION

L'effet Pygmalion veut que la performance de l'apprenant soit influencée par l'attente positive de l'enseignant (Rosenthal et Jacobson, 1968). L'inverse est également vrai : une attente négative freine l'apprentissage, c'est l'effet Golem. Son équivalent en médecine porte le nom d'effet placebo/nocebo. La science le prouve : nos croyances déterminent non seulement nos perceptions mais aussi celles des autres. C'est ainsi que les prophéties s'autoréalisent.

Il n'est donc pas surprenant que les adeptes de techniques pédagogiques alternatives, souvent très enthousiastes, se montrent très satisfaits de leurs résultats. Ils ne réalisent pas que leur enthousiasme suffit à influer fortement les performances de l'apprenant.

Une fois leur opinion formée, même si le résultat ne tient pas ses promesses, un autre biais vient les empêcher d'y renoncer. C'est l'aversion au coût irrécupérable qui empêche de renoncer à un projet dans lequel on a investi du temps, des efforts ou de l'argent. Nous en reparlerons dans la partie dédiée à la motivation.

ALORS, QUE FAIRE DE SES INTUITIONS ?

Les biais cognitifs (il en existe en tout une trentaine) expliquent comment des approches sans la moindre validité creusent leur chemin dans le monde de l'éducation. Les raccourcis parfois trompeurs du cerveau questionnent fortement la pertinence de nos choix. Faut-il alors rejeter nos intuitions ? La réponse proposée ici est : oui pour certaines, non pour d'autres. Dans ce cas, comment faire le tri ? Cette question sera explorée à plusieurs reprises dans l'ouvrage, notamment au chapitre 3. Nous proposons ici quelques clés utilisées par les scientifiques.

La science, même si elle ne répond pas à tout, peut nous éclairer dans nos choix. En nous informant sur nos propres erreurs systématiques, elle nous permet d'être plus vigilants face à nos impressions. En testant rigoureusement des choix alternatifs, elle permet d'éliminer un certain nombre de biais et d'apporter ainsi des réponses plus objectives à des questions précises. Nous allons voir comment il est possible de s'éduquer en ce sens.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

COMMENT DÉMASQUER LA PSEUDO-SCIENCE ?

Contrairement aux arguments simplistes des vendeurs de pseudo-science, la bonne science n'apporte pas toujours une réponse catégorique. Ses résultats peuvent être difficiles à interpréter. Ils sont souvent nuancés, partiels, voire contradictoires. Pour s'y retrouver, les scientifiques ont recours à des grilles d'évaluation. Certaines preuves sont moins convaincantes que d'autres en fonction de critères de qualité bien précis. Nous vous proposons d'en découvrir quelques-uns.

CINQ NOTIONS INDISPENSABLES

- Un raisonnement scientifique même crédible ne constitue pas une preuve ; anecdotes et témoignages encore moins.
- Une preuve solide, en revanche, peut se passer d'explication (certains médicaments, comme le paracétamol, ont prouvé leur efficacité sans que l'on comprenne bien comment ils agissent).
- Une corrélation ne constitue pas une relation de cause à effet. Une corrélation indique simplement que deux événements sont fréquemment observés ensemble.
- Une étude, même rigoureuse, peut donner un résultat erroné. C'est pourquoi il faut qu'elle soit confirmée par des équipes indépendantes.
- Plus un résultat est surprenant, plus il doit rendre prudent. Ce n'est qu'une fois confirmé par d'autres qu'il pourra s'imposer.

CONNAÎTRE LES TROIS QUESTIONS INDISPENSABLES

Nous avons vu qu'un raisonnement qui fait appel au bon sens peut être totalement fallacieux. Pour « désosser » un argument scientifique, voici les trois questions à poser :

⊙ **Qui le dit ?** (crédibilité de la source)
⊙ **Qui n'est pas d'accord ?** (état de la science sur la question posée)
⊙ **Quelles sont les preuves ?** (solidité du faisceau de preuves)

Poussés dans leurs retranchements, certains promoteurs de solutions miracles arguent en dernier recours du fait que « personne n'a démontré le contraire ». D'une part, cela reste à vérifier et d'autre part, cette réponse n'est pas recevable. C'est à celui qui revendique un effet d'en fournir les preuves.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

SEPT CLÉS POUR LA LECTURE CRITIQUE D'UNE ÉTUDE

Le niveau de preuve d'une étude d'intervention est d'autant plus élevé qu'il remplit un certain nombre de critères. Ils n'ont pas besoin d'être tous présents mais plus ils sont nombreux, plus le résultat est fiable. Nous vous en proposons sept.

	Niveau de preuve	Critère de qualité
1	**Qui est l'auteur ?**	L'auteur principal de l'étude est reconnu dans son domaine, il appartient à une institution réputée, il n'a pas de conflit d'intérêts.
2	**Quelle est la revue ?**	L'étude est publiée dans une revue scientifique à comité de lecture, son « facteur d'impact[26] » est élevé.
3	**Quelle est la méthodologie ?**	L'étude est randomisée (sujets répartis au hasard dans les groupes) et il existe un groupe contrôle. Idéalement, elle est réalisée en double aveugle[27].
4	**Qui sont les sujets étudiés ?**	L'étude est faite chez l'humain, le profil des sujets correspond à ceux pour qui le résultat est revendiqué, leur nombre est suffisamment élevé.
5	**Quel est le résultat ?**	Le résultat répond bien à la question posée au départ, il est statistiquement significatif (p inf 0,05), sa taille en valeur absolue[28] est suffisante pour être pertinente.
6	**Le résultat est-il confirmé ?**	Au moins une étude de confirmation a été réalisée par une équipe indépendante. Cela est d'autant plus nécessaire que le résultat surprend.
7	**En quoi est-ce pertinent/ applicable à mon activité ?**	

Lorsqu'on n'est pas scientifique, il peut être difficile ou long d'évaluer ces critères. Il est alors plus simple de s'en remettre à des intermédiaires fiables comme les revues scientifiques sérieuses destinées au grand public : *Cerveau & Psychologie*, *Pour la science*, *Science et Vie*, entre autres. Elles font en principe le tri ou précisent que les résultats demandent confirmation.

26 Un facteur d'impact, abrégé par les sigles FI ou IF (en anglais, *impact factor*), est un calcul qui estime indirectement la visibilité d'une revue scientifique (Wikipédia).
27 Ni le sujet ni l'expérimentateur ne connaît la nature de l'intervention testée, ce qui permet de réduire l'effet placebo (cela est indispensable pour tester un médicament mais difficile à mettre en œuvre pour une intervention pédagogique).
28 Se méfier des pourcentages souvent trompeurs.

© Groupe Eyrolles

EN SYNTHÈSE

Les sciences du cerveau nous enchantent et nous font rêver. Du fait scientifique à la légende urbaine, il n'y a qu'un pas. Les neuromythes distordent grossièrement la science tout en se réclamant d'elle. S'ils naissent souvent par accident, ils sont ensuite sciemment entretenus. L'argument « science du cerveau » a la cote, qu'il s'agisse de faire la une des médias, de vendre des produits éducatifs ou de justifier des choix politiques. Raisons de plus d'être vigilant.

S'il est vrai que chacun d'entre nous apprend à sa façon, les sciences cognitives nous démontrent que, globalement, l'homme apprend et oublie de façon prévisible. Il est indispensable de prendre d'abord en compte ces similitudes. Classer les apprenants dans des catégories sans la moindre validité est délétère. Les stéréotypes engendrés risquent de les limiter dans la perception de leurs possibilités et donc dans leurs réalisations.

Si la science a ses limites, elle apporte des outils de choix pour se forger une opinion plus objective sur l'efficacité des différentes méthodes éducatives. Une culture scientifique de base aide à questionner ses intuitions en prenant conscience des biais cognitifs. Elle permet de lutter contre les neuromythes en rétablissant les faits. Elle propose des outils de lecture critique face à l'explosion des outils pseudo-scientifiques susceptibles de compromettre la crédibilité de leurs utilisateurs.

Apprendre demande des efforts et du temps. Une méthode qui prétend le contraire est suspecte a priori.

Nous espérons ici vous avoir donné quelques clés qui vous permettront d'approfondir le sujet sur le NeuroLearning ou la neuroéducation en différenciant le bon grain de l'ivraie.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CHAPITRE 3

APPRENDRE VU DU CERVEAU

Objectifs

- Découvrir que le cerveau « reptilien » est une vue de l'esprit.
- Identifier comment l'apprentissage se matérialise dans le cerveau.
- Comprendre que le cerveau marche à deux vitesses.
- Savoir résister quand c'est nécessaire.
- Découvrir que les émotions sortent enfin du bois.
- Comprendre que la raison a du cœur.
- Découvrir qu'apprendre protège le cerveau.
- Savoir que bouger renforce la mémoire.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nic
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Depuis la nuit des temps, l'homme s'intéresse à la façon dont il acquiert ses connaissances. De la philosophie aux sciences computationnelles, nombreuses sont les disciplines à étudier cette dimension de l'apprentissage humain sans toujours échanger leurs savoirs entre elles.

Après avoir cheminé parallèlement pendant des décennies, la neurobiologie[1] et la psychologie cognitive[2] se rejoignent désormais au sein des neurosciences cognitives. Des centaines de milliers de chercheurs dans le monde font avancer ces travaux chaque jour. « Beaucoup de questions demeurent, mais dans ce domaine, les grandes lignes sont connues. En trente ans, on a changé le monde ! » nous dit le neuroscientifique Jean-Antoine Girault[3].

Qu'observe-t-on quand l'apprentissage se passe bien ? Que se passe-t-il quand l'apprentissage bloque ? Qu'est-ce qui différencie le cerveau du débutant de celui de l'expert ? Ces questions commencent à trouver des réponses, et des surprises sont au rendez-vous.

Dans cette partie, nous allons parcourir les chemins de l'apprentissage dans le cerveau.

APPRENDRE OU PÉRIR

« Du lombric à l'homme, la survie de tout être vivant dépend de ses capacités d'apprentissage », écrit le chercheur en psychologie cognitive Jean-Pierre Rossi[4]. Les êtres vivants les plus rudimentaires sont capables d'apprendre. De cette aptitude dépend leur adaptation à l'environnement, ce qui conditionne leur survie.

Les espèces dont les individus apprennent les uns des autres survivent et s'adaptent mieux que les autres. Plus une espèce est complexe, plus sa survie dépend de cette aptitude. L'homme a développé cette capacité au niveau le plus élevé. Nous verrons que le cerveau social est une machine à apprendre particulièrement performante.

Si les nombreuses disciplines qui s'intéressent à l'apprentissage s'accordent sur sa finalité, sa définition prend de nombreuses formes. Nous vous proposons pour démarrer ce chapitre une définition biologique de l'apprentissage.

QU'EST-CE QU'APPRENDRE SELON LES NEUROSCIENCES ?

De la cellule au comportement, il existe de nombreux niveaux d'organisation chez l'être vivant. Là aussi, selon le niveau considéré, la définition de l'apprentissage est différente. Pour les neurosciences, l'apprentissage est un processus cérébral en réaction à un stimulus.

Voici la définition qu'en propose le neuroscientifique japonais Kozumi dans le rapport de l'OCDE paru en 2007 : « Processus par lequel le cerveau réagit aux stimuli en créant des connections neurales qui servent de circuit de traitement de l'information et permettent le stockage de l'information. » Nous reviendrons en détail sur ces mécanismes.

1 Étude de l'organisation anatomique et fonctionnelle du cerveau.
2 Analyse des opérations mentales permettant de percevoir, penser, agir…
3 Girault, 2016.
4 Rossi, 2014.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

LA THÉORIE DES TROIS CERVEAUX : ENCORE UN MYTHE

Contrairement à une croyance répandue, le cerveau de l'homme n'a pas évolué selon un continuum allant du reptile à l'humain en passant par les mammifères. Nous ne descendons nullement du singe. Comment se fait-il alors que notre cerveau soit si souvent présenté comme un empilement de trois couches géologiques apparue au fil du temps et plaçant l'homme au sommet d'une hiérarchie constituée sur des millions d'années ?

C'est en 1969 que le neurobiologiste Paul D. MacLean propose la théorie du cerveau triunique. Cette théorie repose sur l'hypothèse d'une évolution du cerveau humain en plusieurs phases au fil de l'apparition des espèces sur Terre.

- **Le cerveau dit *reptilien*** serait apparu avec les poissons et serait dévolu à nos comportements archaïques.
- **Le deuxième, dit cerveau *limbique*,** serait apparu avec les mammifères et serait dévolu aux comportements instinctifs et émotionnels.
- **Le cerveau humain proprement dit, appelé *néocortex*,** serait le résultat de la troisième et dernière phase de l'évolution.

Cette théorie, contestée dès le départ, est aujourd'hui unanimement rejetée par le monde scientifique.

LE REPTILE A UN CORTEX ET L'HOMME NE DESCEND PAS DU SINGE

L'apparition de notre système nerveux remonte à plus de 600 milliards d'années. Il est apparu avec les premiers organismes multicellulaires comme l'éponge ou la méduse. L'évolution s'est faite par divergence des espèces à partir d'un ancêtre commun comme le tronc d'un arbre se divise en branches. L'homme est sur une branche, le reptile sur une autre. Tous les vertébrés se répartissent ainsi sur cette arborescence. L'homme ne « descend » ni du reptile ni du singe.

Le système nerveux prend une grande diversité de formes chez les animaux mais le plan de son organisation générale est le même. Il se présente en trois parties équivalentes de celles que l'on observe chez l'homme : tronc cérébral, système limbique et cortex.

Aussi surprenant que cela paraisse, l'homme et la lamproie (un poisson qui ressemble à une anguille) présentent une structure cérébrale identique. Il en est ainsi de tous les vertébrés (dont le reptile fait partie). Le cerveau humain se différencie par sa très grande taille, son organisation géométrique et un luxe de détails incroyables qui en font un système d'une extrême efficacité.

Il faut savoir que certains animaux comme l'abeille sont dotés d'une cognition très sophistiquée. Il semblerait que le sens des nombres soit un système cognitif ancien apparu tôt dans l'évolution. Des espèces aussi différentes que le rat, le pigeon et même certaines espèces de poissons possèdent des rudiments de pensée mathématique.

LIMACE ET HOMME : MÊME COMBAT

Apprendre s'opère au niveau de la cellule, c'est pourquoi des créatures très rudimentaires en sont capables. La limace de mer, par exemple, n'a pas de cerveau au sens propre mais une petite

collection de cellules cérébrales. Les mécanismes d'apprentissage de base qu'on y trouve sont très proches de ceux qu'on observe chez tous les animaux, dont l'homme.

C'est dans les années 1990 que le neurobiologiste américain Eric Kandel met en évidence chez la limace de mer qu'un faible stimulus entraîne des modifications chimiques dans les synapses et que ces modifications sont à l'origine de la mémoire à court terme, qui dure quelques minutes ou quelques heures. Des stimuli plus forts provoquent d'autres changements synaptiques, qui créent une forme de mémoire à long terme, pouvant persister des semaines[5]. Kandel a révélé ainsi la mémoire neuronale.

On sait aujourd'hui qu'apprendre modifie la façon dont les neurones interagissent entre eux chez la limace comme chez l'homme[6]. Cette découverte a soulevé au départ de vives polémiques en raison du caractère peu gratifiant (selon certains) de la comparaison pour notre espèce. Il a quand même fallu se rendre à l'évidence et cette découverte majeure a valu au chercheur un prix Nobel en 2000 (avec deux autres scientifiques)[7].

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

La cognition

La cognition est l'ensemble des processus qui permettent le traitement de l'information et la constitution des connaissances. Parmi ses fonctions, on peut citer certains aspects de la perception, l'attention, la mémoire, le langage, le raisonnement, la planification et la prise de décision. Elles ont leur siège principal dans le cortex cérébral, c'est-à-dire la couche extérieure du cerveau.

LE SIÈCLE DU CERVEAU

« Le XXIe siècle sera celui du cerveau », annonce une des grandes figures de la neuroscience française, Jean-Pierre Changeux, dans une interview qu'il donne en 2006[8]. Et pour cause, davantage de connaissances sur le cerveau se sont accumulées en l'espace de vingt-cinq ans que dans toute l'histoire de l'humanité.

Les années 1990, surnommées « décennie du cerveau » par le président américain G.W. Bush, ont donné le coup d'envoi d'une nouvelle aire dans la science du cerveau. L'avènement de l'imagerie cérébrale et les avancées de la biologie moléculaire, notamment, ont révolutionné les connaissances.

Un certain nombre de découvertes majeures portent sur la connaissance de l'apprentissage. Dans ce chapitre, nous abordons quelques avancées susceptibles d'éclairer la pédagogie.

5 Kandel, 2006 et 2012.
6 Mayford, 2012.
7 Arvin Carlson et Paul Greengard étaient les co-récipiendaires du prix Nobel de physiologie-médecine 2000.
8 *Le Figaro*, 6 octobre 2006.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

IMAGERIE CÉRÉBRALE : LE CERVEAU EN ACTION

L'avènement de l'imagerie cérébrale dans les années 1990 a révolutionné les sciences cognitives. De nouvelles technologies comme la tomographie par émission de positons (TEP) et l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) permettent pour la première fois d'étudier le cerveau en action.

L'IRMf est particulièrement utilisée pour explorer l'apprentissage en raison de son innocuité (contrairement à la TEP qui utilise des rayons X). Elle mesure les changements de flux sanguins dans le cerveau à l'aide d'un champ magnétique. Les variations observées signalent quelle partie du cerveau est la plus impliquée lors d'une tâche particulière comme lire ou compter.

Les neurosciences cognitives se posent des questions sur les structures et les processus neuronaux de la cognition. L'imagerie cérébrale localise les régions impliquées dans l'apprentissage et objective leurs reconfigurations. Il est désormais possible de suivre le trajet de la pensée et de voir comment le cerveau travaille pour résoudre un problème.

Ces nouvelles technologies fournissent une représentation indirecte du cerveau reconstruite par calcul mathématique, et non une photographie comme le colporte à tort une croyance répandue. Il faut rester conscient que malgré leur grand degré de sophistication, ces outils sont encore relativement peu précis et posent des difficultés techniques. Une grande prudence est de mise dans l'interprétation de leurs résultats.

LE SYSTÈME LE PLUS COMPLEXE CONNU DE L'HOMME

Avec ses 86 milliards de neurones et ses 1 000 à 10 000 connexions par neurone, le cerveau est de loin le système le plus complexe connu de l'homme. À raison de 1 000 influx nerveux par seconde dans chaque neurone, ce sont probablement des dizaines de milliards de décharges électriques qui se produisent à chaque seconde dans notre cerveau. La vitesse de l'influx nerveux va de 0,7 à 400 kilomètres par heure en fonction du type de neurone. Le cerveau humain dispose d'une prodigieuse capacité à traiter l'information. Son niveau de connectivité est à la limite du concevable.

Aucun ordinateur n'est à ce jour assez puissant pour le représenter. De grands chantiers de recherche sont en cours pour établir une cartographie précise du câblage du cerveau que l'on appelle le *connectome*. Le Human Brain Project européen a pour ambition de simuler sur un « superordinateur » l'intégralité du cerveau humain d'ici dix ans.

Si le voile commence à se lever sur la boîte noire du cerveau humain, ce n'est que le tout début. Le cerveau reste encore un organe profondément mystérieux.

L'INCROYABLE PLASTICITÉ DU CERVEAU

La plasticité du cerveau est sa capacité à remodeler son organisation en interaction avec les événements que nous vivons. Elle fait de notre cerveau un système dynamique dépendant de l'expérience et qui se remodèle au cours du temps. C'est ce qui explique son extraordinaire capacité d'adaptation.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

À chaque instant, en fonction des sollicitations, des connections neuronales se créent ou se renforcent pendant que d'autres s'affaiblissent ou disparaissent. Certaines zones régressent pendant que d'autres se développent. C'est ainsi que le cerveau se présente comme un chantier permanent de déconstruction et de reconstruction.

Les scientifiques ont longtemps cru que ces remaniements étaient propres au développement du cerveau chez l'enfant. Ils pensaient que le cerveau adulte était figé dans sa structure. On sait aujourd'hui que ces changements se poursuivent tout au long de la vie. L'expérience et les facteurs environnementaux remodèlent continuellement le cerveau à l'âge adulte. L'homme est programmé pour apprendre jusqu'à son dernier jour.

NEUROGENÈSE : UN DOGME S'EFFONDRE

Selon un autre dogme qui a longtemps prévalu, les scientifiques pensaient qu'une fois adulte, le cerveau ne pouvait plus donner naissance à de nouveaux neurones. S'il en perd chaque jour environ 100 000, on sait désormais que le cerveau adulte est capable d'en générer de nouveaux[9]. Ce processus, appelé *neurogenèse*, se poursuit toute la vie[10].

Chez l'homme, cette capacité de régénération a été identifiée dans l'hippocampe dont le rôle est déterminant dans l'apprentissage et l'orientation spatiale. Le rôle qu'y joue la neurogenèse reste cependant encore mystérieux. Des travaux récents ont montré que le seuil d'excitabilité des nouveaux neurones est plus bas que celui des plus anciens, ce qui les rend plus réactifs aux stimuli de l'environnement.

La production de nouveaux neurones subit aussi l'influence de l'environnement. Des recherches récentes ont montré que l'exercice physique et l'apprentissage la stimulent alors que le stress chronique la bloque[11].

UN CERVEAU REMODELABLE À VIE

Neuroplasticité et neurogenèse font de notre cerveau un organe dynamique. Son développement tout au long de la vie dépend en grande partie de l'environnement. L'ampleur des modifications qu'il connaît est variable. Elle dépend notamment de l'âge et du type d'apprentissage. Plus on est jeune, plus le remaniement est intense. Plus l'apprentissage est approfondi, plus les modifications sont marquées et durables.

Pour obtenir leur licence, les chauffeurs de taxi londoniens doivent mémoriser près de 20 000 rues. L'observation de leur cerveau a révélé une hypertrophie de l'hippocampe dans sa région impliquée dans la navigation spatiale. La zone concernée est d'autant plus développée que le chauffeur est expérimenté. À l'inverse, quand il part à la retraite et que les sollicitations diminuent, sa taille régresse.

Le cerveau des musiciens révèle aussi des remaniements cérébraux importants.

9 Kandel, 2006 et 2012.
10 Siegel, 2012.
11 Cotman, 2007 ; Levonne, 2015.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Si l'entraînement modifie l'architecture du cerveau, cette flexibilité impressionnante ne veut pas dire que nos capacités sont infinies. Nos marges de progrès sont grandes mais elles s'inscrivent dans des limites biologiques précises caractéristiques de notre espèce [12]. Notre cerveau, comme le reste de notre corps, a ses limites.

LE JEU DES NEURONES MIROIRS

C'est par hasard que le chercheur italien Giacomo Rizzolatti fait en 1996 la découverte surprenante des *neurones miroirs*. Il étudie alors dans son laboratoire de physiologie la manifestation cérébrale de la motricité du bras chez le chimpanzé. Il s'aperçoit par hasard que lorsque l'animal l'observe en train de manger, il reproduit dans son cerveau le geste du chercheur portant l'aliment à la bouche. L'animal est pourtant parfaitement immobile. Faire quelque chose et imaginer le faire reviendrait-il au même pour le cerveau ?

La découverte fait le tour du monde et certains scientifiques vont même jusqu'à prêter à ces neurones un rôle d'écho émotionnel qui en ferait le substrat biologique de l'empathie. Le neurobiologiste américain Vilayanur S. Ramachandran, dans son enthousiasme, les surnomme « les neurones de la civilisation ». D'autres scientifiques émettent de fortes réserves sur des extrapolations qu'ils jugent insuffisamment étayées. Une vive controverse anime le sujet pendant des années.

Une méta-analyse publiée en 2010 fait le point sur ces neurones étonnants. S'ils ont essentiellement été étudiés chez l'animal, on sait que l'homme en possède aussi mais leur rôle est encore loin d'être élucidé.

Les neurones miroirs s'activent lorsqu'on effectue une action, mais aussi lorsqu'on voit quelqu'un d'autre la réaliser. Ils seraient les promoteurs du langage, ils expliqueraient pourquoi nous parlons aussi avec nos mains. Ils sont le mécanisme de notre compréhension d'autrui. Pour certains, ils seraient la base de nos comportements sociaux.

Les circuits neuronaux du mimétisme sont en place dès la naissance. À 40 minutes de vie, un nourrisson est capable d'imiter une personne qui lui tire la langue. L'imagerie cérébrale montre que les zones impliquées dans la perception d'une action se superposent à celles de sa réalisation. Pensée et action sont fortement liés.

Nous sommes biologiquement programmés pour apprendre par l'observation et l'imitation. Cette aptitude est à son apogée dans l'espèce humaine. Malgré sa connotation peu flatteuse dans notre culture, elle est aujourd'hui considérée par les psychologues comme un pilier central de la culture humaine.

CERVEAU : STATISTICIEN, ÉMOTIF ET BAVARD

Après avoir parcouru ces grandes découvertes, nous allons nous pencher sur quelques modèles scientifiques des plus récents. Vous allez découvrir que, bien qu'équipé d'algorithmes très puissants, notre cerveau commet systématiquement certaines erreurs. Vous verrez aussi que les émotions

12 Bates, 2008.

pourraient bien nous permettre d'être plus rationnel. Vous comprendrez enfin pourquoi un expert ralentit quand il rencontre une difficulté.

LE CERVEAU BAYÉSIEN

L'hypothèse du *cerveau bayésien* a pris beaucoup d'importance ces dernières années en neurosciences cognitives. Elle postule que notre cerveau compile en permanence des statistiques qu'il produit à partir des informations qui le traversent. Ces statistiques lui permettent de construire un monde interne qui l'aide à interpréter le monde externe.

Cette approche statistique de l'environnement lui permet en outre de faire des prédictions. Il calcule en permanence ce qui doit se passer en fonction de ce qui s'est déjà passé. Selon cette théorie, c'est l'erreur qui nous permet d'apprendre. L'erreur de prédiction déclenche une alerte qui amène le cerveau à réviser ses connaissances.

Nous reconstruisons la réalité à partir de fragments partiels captés par nos sens et nous comblons les manques du mieux que nous pouvons. C'est ainsi qu'à partir de l'image d'un cheval en partie caché par des arbres, nous sommes capables de reconstruire la totalité de sa silhouette. Il en est de même des autres sens. Ce que nous percevons est une création de notre cerveau construite à partir de quelques données disponibles.

Loin de fonctionner comme un dispositif passif d'entrée-sortie, le cerveau serait un système actif capable de générer des prédictions et d'en vérifier la validité. Lorsque des informations ambiguës lui parviennent, il en reconstruit l'interprétation la plus probable en fonction du modèle construit par ses expériences passées.

À chaque fois qu'une de ses prédictions se révèle fausse, c'est-à-dire quand les choses ne se passent pas comme il l'avait prévu, le cerveau émet une alerte. Celle-ci permet alors de corriger la représentation interne pour parvenir à des estimations de plus en plus justes face à de nouvelles données.

Notre cerveau est capable de tirer des conclusions solides à partir de données peu fiables. L'industrie des logiciels (Microsoft, Google…) aspire à reproduire dans des machines les capacités d'apprentissage stupéfiantes de l'être humain.

L'hypothèse du cerveau bayésien se montre robuste dans de nombreux champs des neurosciences cognitives. Le comportement animal et humain suggère que les adultes et les enfants possèdent une vaste capacité d'inférence statistique à de multiples niveaux (perception, action, langage…).

« Apprendre, c'est choisir le modèle qui explique le mieux les données reçues par les organes des sens », écrit Stanislas Dehaene dans *C3RV34U*, le catalogue de l'expo neuroludique (éditions de La Martinière, 2014).

STATISTICIEN DÈS LA NAISSANCE

On a longtemps cru que le cerveau se présentait à la naissance comme une page blanche en attente d'apprentissage. Or, dès les premiers mois de la vie, il possède une organisation fonctionnelle complexe. La recherche montre que le cerveau du nouveau-né est équipé de compétences, notamment mathématiques, qui lui permettent de tenir des raisonnements simples. Il présente aussi des

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

capacités linguistiques élaborées. Dès le début de la vie, le cerveau est donc un instrument de prédiction : c'est ce qui lui permet de tirer le meilleur parti de l'environnement pour se développer.

Deux types d'apprentissage se développent au cours de la vie :

- **des *capacités naturelles*** que nous sommes prédisposés à développer dès lors que l'environnement est normal (sans privations), par exemple, parler ou marcher ;
- **des *capacités culturelles*** pour lesquelles il n'existe pas de programme préétabli et qui vont demander un enseignement, par exemple, lire ou jouer du piano.

UN CERVEAU SOUVENT IRRATIONNEL

Contrairement à l'intuition que nous en avons, nos jugements et nos choix sont souvent irrationnels. Les sciences cognitives nous montrent depuis les années 1980 que nous commettons de fréquentes erreurs de raisonnement appelées *biais cognitifs (voir chapitre 2 « Comment notre cerveau nous illusionne »)*. Sortir de Polytechnique n'y change rien ou presque.

C'est en révélant aux économistes le caractère irrationnel de nos décisions qu'un psychologue américain, Daniel Kahneman, a décroché le prix Nobel d'économie[13] en 2002. Il a montré que pour prendre une décision économique, l'humain s'appuie davantage sur les événements qui lui viennent à l'esprit que sur des raisonnements logiques. En expliquant les choix boursiers aberrants par les biais cognitifs et émotionnels qui nous animent, il a posé les bases de la finance comportementale. Ses travaux ont révolutionné les modèles de prédiction économique jusqu'alors basés sur l'hypothèse de choix logiques.

Les faits sont là : nous agissons d'abord selon nos perceptions et ce n'est que secondairement que le raisonnement peut intervenir… pour autant qu'il intervienne. Bien souvent, il ne sert (en toute bonne foi) qu'à justifier a posteriori des décisions illogiques. Nous ne sommes pas conscients de ces influences cachées.

Une expérience a consisté à présenter à des hommes deux photos de femmes en leur demandant à chacun de choisir celle qu'ils préféraient. Plus tard, on leur présente, à leur insu, l'autre photo en leur demandant d'expliquer pourquoi ils l'ont choisie. La plupart des hommes ne remarquent pas la substitution et donnent en toute bonne foi les raisons de leur préférence. Leur stupéfaction est grande quand on leur révèle le tour de passe-passe…

Un autre biais nous amène à accorder une probabilité élevée aux événements qui nous viennent facilement à l'esprit. Par exemple, au moment de choisir un mode de transport, l'accident de train largement médiatisé la veille nous incite à préférer la voiture alors que, statistiquement, ce moyen de déplacement est nettement plus dangereux. Nous sous-estimons les risques ordinaires (fumer) et nous surestimons les risques plus rares (se faire attaquer dans la rue).

Ces dérapages inconscients du raisonnement sont tout à fait prévisibles. Nous commettons tous le même type d'erreurs. Des dizaines de biais cognitifs sont répertoriés *(voir chapitre 2 « Comment notre cerveau nous illusionne »)*.

13 Dont l'économiste Amos Tversky (décédé en 1996) était co-récipiendaire à titre posthume.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

UN CERVEAU À DEUX VITESSES

Selon la thèse de Daniel Kahneman, si notre tendance dominante est d'être illogique, cela tient à un mécanisme de fonctionnement de la pensée en deux parties appelé *système 1* et *système 2*.

⊙ **Le système 1** est rapide et instinctif.

⊙ **Le système 2** est plus lent et plus réfléchi.

Le système 1, très rapide, repose sur les habitudes et la routine. C'est le mode par défaut et il prévaut à la plupart de nos actions. Il nous permet, par exemple, de nous habiller, de prendre notre petit déjeuner ou d'effectuer nos trajets habituels sans y penser. C'est le mode « pilote automatique », rapide et économe en énergie mentale. Il se présente comme une large route confortable et prévisible. Il nous permet de réaliser à moindre coût nos activités routinières (ce qui inclut l'activité mentale).

Le système 2, beaucoup plus lent, intervient quand le premier échoue, c'est-à-dire quand on bute sur un obstacle et qu'il faut se mettre à réfléchir. C'est la pensée délibérée, lente et coûteuse en énergie mentale. Ce système se présente comme un chemin escarpé, inconnu et potentiellement risqué.

Notre cerveau, comme le reste de notre corps, fonctionne à l'économie à chaque fois que c'est possible. La loi du moindre effort s'attache à préserver nos ressources limitées en énergie physique et mentale. Suivant ce principe, le système 1 prédomine.

Ces deux systèmes sont le plus souvent complémentaires mais, de temps en temps, ils s'opposent, comme nous allons le voir un peu plus loin.

LES ÉMOTIONS INDISPENSABLES À LA DÉCISION

Pendant longtemps, les émotions ont été considérées comme des interférences parasites de la cognition. Pour être rationnel, il fallait se couper de ses émotions, croyait-on. Le cerveau était perçu comme une machine froide et calculatrice capable de s'autonomiser pour autant que nous le décidions. Nous savons aujourd'hui qu'il n'en est rien. Selon les cas, les émotions sont une ressource ou un frein pour la cognition. Une chose est sûre : impossible d'en faire abstraction.

Comme nos pensées, nos émotions résultent de mécanismes biologiques. L'intérêt des neuroscientifiques dans le rôle qu'elles jouent est tout récent. Le neurologue portugais Antonio Damasio a été l'un des premiers à établir le rôle central des émotions dans la cognition. Dans son ouvrage *L'Erreur de Descartes* (1995), il montre à travers le cas célèbre d'un de ses patients qu'une décision rationnelle n'est pas possible sans émotions. L'imagerie cérébrale confirme que cognition et émotions sont inextricablement liées.

En plus d'assurer notre survie, les émotions nous motivent dans tout ce que nous entreprenons. Leur rôle dans le processus d'apprentissage est central. Les ignorer revient à avancer avec un angle mort énorme. Le chapitre 6 de cet ouvrage y est consacré.

© Groupe Eyrolles

LE RÔLE DES MARQUEURS SOMATIQUES

Il nous est tous arrivé au moment de prendre une décision de nous sentir tiraillé entre de bonnes raisons de faire un choix et la sensation désagréable que ce n'est pas une bonne idée. Les manifestations corporelles présentes à ce moment-là (accélération cardiaque, sueurs, nœud à l'estomac…) sont à l'origine de la sensation particulière éprouvée. C'est ce que Damasio a appelé les *marqueurs somatiques*.

Certaines émotions, dont la mémoire est enfouie dans notre inconscient, savent se rappeler à nous par des sensations corporelles pour autant que nous sachions les écouter. Les intuitions[14] ne sont rien d'autre que le souvenir corporel d'événements agréables ou désagréables. Elles se manifestent souvent au niveau du système digestif très innervé. C'est le fameux *gut feeling* des Américains.

LE CERVEAU SOCIAL

Différentes régions du cerveau forment un circuit qui répond de façon sélective aux stimuli et contextes sociaux. C'est le cerveau dit *social*. Il analyse en permanence les faits et gestes d'autrui pour y répondre de façon adaptée. Il nous permet de nous représenter les émotions, les intentions et les croyances de nos congénères. Comprendre les bases neuronales du comportement social est récemment devenu un enjeu majeur de la recherche.

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

L'ocytocine

L'ocytocine est le neuromédiateur principal impliqué dans nos comportements sociaux. Elle influence l'ensemble de nos comportements sociaux, des plus basiques comme la direction du regard, aux plus complexes comme la confiance en l'autre. L'ocytocine influence l'amygdale cérébrale sentinelle de nos émotions. Dans la motivation à interagir, elle intervient par le biais du *système de la récompense* sur lequel nous reviendrons plus loin (voir chapitre 6 sur la motivation).

De toutes les espèces, l'homme présente le plus grand niveau de sensibilité à l'autre. Grâce à ce cerveau social très performant, nous sommes capables de nous forger une opinion sur un contemporain en moins d'une seconde. Ce processus automatique et inconscient détermine notre attitude vis-à-vis de l'autre (approche ou retrait) avant même que nous n'ayons eu la moindre pensée. C'est aussi en raison de ce cerveau social ultra-développé que nous sommes aussi sensibles au jugement d'autrui.

En plus de notre aptitude innée à apprendre de l'autre, il semble de plus en plus évident que les principes d'enseignement soient également intrinsèques à l'espèce humaine. Nous serions programmés pour apprendre comme pour transmettre. Cette double prédisposition fait des interactions sociales de véritables catalyseurs d'apprentissage. Plus le contexte social est riche et varié, plus l'apprentissage est performant.

14 Accès non conscient à la connaissance (Didierjean, 2015).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

DU POINT DE VUE DE LA FORMATION

Un cerveau fait pour apprendre et transmettre

Nous nous arrêterons ici sur le fait de transmettre.
Cette capacité de notre cerveau à être activée est en effet un formidable levier pour le développement des nouveaux modèles pédagogiques fondés sur la co-construction des savoirs, l'apprentissage entre pairs ou encore le *social learning*.
Si déjà tout petit, jouer « à la maîtresse » est révélateur de la volonté de l'enfant de transmettre, on se rend compte de toute l'efficacité de ces approches pédagogiques dans le monde de l'adulte.
Développer la dimension de la transmission renforce les apprentissages. L'apprenant doit formaliser son expertise afin de la transmettre. Il fait alors appel à ses capacités pédagogiques pour tenir un discours clair et précis à ses pairs ou co-apprenants. C'est un processus gagnant sur tous les tableaux.

INTELLIGENCE ET APPRENTISSAGE : QUI, DE L'ŒUF OU DE LA POULE… ?

La notion d'intelligence a de tout temps fait l'objet de vifs débats. À ce jour, il n'en existe pas une définition consensuelle. Les progrès scientifiques de ces dernières années, notamment en biologie moléculaire et en neurosciences cognitives, sont venus remettre en question nos croyances. Pour autant, de nombreuses questions subsistent.

Nous ferons dans cette partie un rapide tour d'horizon de quelques découvertes importantes susceptibles de faire progresser apprentissage et formation.

CAPACITÉ D'APPRENTISSAGE : INNÉ OU ACQUIS ?

La vision dichotomique ancienne de l'inné et de l'acquis est désormais périmée. L'intelligence est un trait héritable mais les différences génétiques n'expliquent qu'une partie des différences entre individus. Les avancées de la biologie et des neurosciences montrent que le développement cognitif est largement modelé par les expériences et l'environnement. Autrement dit, les opportunités d'apprentissage que nous présente la vie comptent au moins autant que nos prédispositions de départ.

L'intelligence n'est pas fixe comme on l'a longtemps pensé. Elle évolue dans le temps sous l'influence de l'environnement et des expériences que nous vivons à chaque instant. C'est à travers des sollicitations intenses, variées et répétées que l'apprentissage développe l'intelligence et la rend de plus en plus « flexible ».

De plus, comme le montre l'épigénétique (voir ci-dessous), notre patrimoine génétique est bien plus modulable dans son expression qu'on ne l'imaginait. Le génome du cerveau présente la particularité d'être encore plus flexible que celui des autres organes. L'environnement influence la structure des gènes impliqués dans l'apprentissage.

Appréhender la relation circulaire entre structure cérébrale et expérience permet de sortir des stéréotypes. Cependant, l'intelligence, quelle que soit sa forme, ne se développe que si elle est

© Groupe Eyrolles

sollicitée. C'est en misant sur l'impact de l'apprentissage que les limites perçues peuvent être dépassées.

Les disparités de fonctionnement du cerveau d'une personne à l'autre font donc intervenir :

- ⊙ **des différences d'ordre génétique ;**
- ⊙ **des différences d'environnement.**

CERNER LA NOTION D'ÉPIGÉNÉTIQUE

L'épigénétique est l'un des grands tournants qu'a pris la biologie dans les années 2000. Alors que la génétique correspond à l'étude des gènes, l'épigénétique étudie l'influence de l'environnement sur l'expression de nos gènes. Contrairement à une croyance répandue, les gènes ne sont ni statiques ni déterministes.

Chacune de nos cellules contient l'ensemble de notre patrimoine génétique. Mais si elles contiennent la même information, elles n'en font pas toutes le même usage : une cellule de la peau ne ressemble en rien à un neurone. De même, deux jumeaux qui partagent le même génome ne sont jamais parfaitement identiques. Ces mystères peuvent être expliqués par l'épigénétique[15].

La cellule reçoit en permanence toutes sortes de signaux l'informant sur son environnement, y compris ceux qui sont liés à nos comportements (alimentation, tabagisme, stress…). Ils peuvent conduire à des modifications dans l'expression de nos gènes. Par exemple, deux « vrais » jumeaux (possédant le même génome) porteurs du gène de l'obésité peuvent l'un devenir obèse et l'autre pas s'ils ont des modes de vie différents.

Ce que nous dit l'épigénétique, c'est que nos fonctions cognitives évoluent constamment sous l'effet du milieu dans lequel nous évoluons. Non seulement les gènes se modifient mais ils interagissent entre eux, ce qui démultiplie les effets de l'environnement. En conséquence, un petit changement peut avoir de grands effets.

De nombreux facteurs environnementaux comme l'alimentation, l'exercice physique, le sommeil ou l'état émotionnel influencent l'apprentissage. Nous allons voir qu'il est possible d'en tirer le meilleur parti.

La contrainte génétique détermine simplement les limites au sein desquelles s'inscrivent une infinité de possibilités.

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DE LA SCIENCE

Un gène

Un gène est une séquence d'ADN, c'est-à-dire un code présent dans le noyau de nos cellules. L'information présente dans ce code permet la production d'une protéine qui va influencer le fonctionnement de la cellule et agir sur le comportement de l'individu dans le sens programmé.

15 Inserm.fr

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

L'EFFET FLYNN

Si l'intelligence évolue au cours du développement de l'individu, il est aussi démontré qu'elle évolue dans le temps à l'échelle d'une population.

Le psychologue néo-zélandais James R. Flynn a mis en évidence le fait que le quotient intellectuel (QI) de la population des pays développés augmente régulièrement (0,33 point par an). Ce gain est attribuable à la combinaison de multiples facteurs environnementaux :

- **amélioration des conditions sanitaires** (nutrition, habitat, hygiène…) ;
- **travail moins manuel et plus cognitif ;**
- **augmentation du niveau d'éducation ;**
- **nécessité d'apprendre tout au long de la vie professionnelle.**

L'effet Flynn montre bien que l'intelligence est sous l'influence de facteurs environnementaux. Nous naissons avec un potentiel mais celui-ci se révèle à des degrés divers en fonction de nos conditions de vie[16].

DU POINT DE VUE DE LA FORMATION

Créer un environnement pédagogique optimal

Ce qui est extérieur à l'acte pédagogique proprement dit conditionne la performance de ce même apprentissage. Créer les conditions d'un environnement pédagogique optimal renforcera ainsi le travail d'apprentissage.

INTELLIGENCE : UNIQUE OU MULTIPLE ?

Une conception monolithique de l'intelligence avec pour pierre angulaire l'intelligence logico-mathématique a prévalu pendant un demi-siècle. Howard Gardner est venu bousculer les croyances dans les années 1980 en proposant le concept d'*intelligence multiple*.

L'hypothèse de Gardner rend compte de la coexistence de huit intelligences :

- **logico-mathématique ;**
- **verbale-linguistique ;**
- **visuelle-spatiale ;**
- **musicale-rythmique ;**
- **corporelle-kinesthésique ;**
- **intrapersonnelle** (ou émotionnelle) ;
- **interpersonnelle** (ou sociale) ;
- **naturaliste-écologique.**

16 Grégoire, 2016.

© Groupe Eyrolles

Selon le chercheur, chacun posséderait toutes ces formes d'intelligence mais seulement certaines seraient développées, notamment les aptitudes logico-mathématiques et verbale-linguistiques, essentiellement sollicitées par le système éducatif dominant.

À l'ère de l'imagerie cérébrale, peut-on voir fonctionner l'intelligence ? Est-il possible de départager les différentes théories ? L'imagerie montre que le déploiement de l'intelligence dans le cerveau correspond à l'activation de multiples zones corticales distribuées dans tout le cerveau et interagissant massivement entre elles.

D'après le chercheur Olivier Houdé, l'imagerie cérébrale montrerait que la plupart des formes d'intelligence décrites par Gardner correspondent bien à l'exercice de tel ou tel circuit spécifique du cerveau. D'autres scientifiques sont plus réservés sur ce point. Selon eux, si la notion d'intelligence recouvre celle d'une capacité faisant intervenir un système spécialisé, alors nous possédons bien plus de huit intelligences.

Il n'existe pas aujourd'hui de consensus sur un modèle de la cognition. Est-elle composée d'une multitude d'outils spécialisés ? Possédons-nous une fonction plus globale qui se mobilise différemment en fonction du problème à résoudre ? Le modèle actuellement dominant fait la synthèse des deux : des aptitudes élémentaires sont combinées en aptitudes plus larges, qui sont, elles, reliées à une composante générale appelée *facteur G*[17].

Les sciences cognitives vont dans le sens de l'existence d'une multitude de capacités, en partie indépendantes les unes des autres, et s'accordent sur les points suivants.

- **L'intelligence est une propriété biologique** du cerveau.
- **Le cerveau possède différentes façons de traiter l'information** et les systèmes qui la traitent sont très spécialisés.
- **Chaque région, même très spécialisée,** participe aussi au traitement d'autres tâches.

SAVOIR QUE LES CERVEAUX SONT DIFFÉRENTS MAIS SEMBLABLES

Nous avons vu que le cerveau se développe tout au long de la vie par l'interaction des gènes et de l'environnement. Chacun de nous se présente comme une configuration unique de gènes qui rencontre une configuration unique d'expériences. Même des jumeaux au patrimoine génétique identique et élevés ensemble ne vivront pas les mêmes expériences. C'est pourquoi chaque cerveau est unique.

Face à un enseignement identique, deux sujets n'apprennent pas la même chose. Ils ne disposent pas des mêmes acquis et utilisent des stratégies différentes pour apprendre. L'imagerie a confirmé que nous utilisons des chemins cognitifs différents pour parvenir au même résultat. Ce sont ces lois spécifiques à chacun que l'on appelle *vicariance*. Chaque trace d'apprentissage est différente et spécifique à chacun.

17 Modèle Catell-Horn-Caroll : Grégoire, 2016.
C'est en 1904 que le psychologue anglais Charles Spearman identifie un facteur général d'intelligence, le *facteur G*. D'après lui, l'intelligence dans un domaine serait corrélée à l'intelligence dans un autre domaine. Autrement dit, plus on est performant dans un test d'intelligence, plus on a de chance d'être performant dans les autres tests.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

S'il existe, d'une personne à l'autre, de grandes différences dans la façon d'apprendre, cette variabilité se déploie cependant dans un espace contraint par notre évolution. Nous possédons tous la même architecture de base. Les grandes lois du cerveau sont biologiquement déterminées et universelles. Il est possible de capitaliser sur celles-ci pour faciliter l'apprentissage : c'est ce que nous verrons dans la suite de ce livre.

LE PARADOXE D'UN IMMENSE POTENTIEL ET DE SÉVÈRES LIMITATIONS

Nos possibilités d'apprentissage sont immenses puisqu'une infinité de compétences possibles habitent en germe dans notre cerveau et n'attendent que d'être activées pour émerger.

Ce potentiel énorme se déploie cependant dans un cadre strictement limité, notamment par :

- **une attention fragile ;**
- **un raisonnement souvent pris en défaut ;**
- **une fatigabilité mentale ;**
- **une susceptibilité importante au stress.**

À l'image de nos capacités physiques, nos capacités mentales ont leurs limites. De même que les sportifs s'attachent à mieux connaître le fonctionnement de leur corps dans l'effort, les enseignants et leurs élèves ont intérêt à comprendre les limites physiologiques de l'apprentissage pour mieux les prendre en compte.

NEUROBIOLOGIE DE L'APPRENTISSAGE

Quels chemins emprunte la connaissance dans notre cerveau ? Que se passe-t-il au niveau cellulaire lorsque nous apprenons ? Quelles sont les substances chimiques impliquées ? Ces questions longtemps restées impénétrables commencent à trouver des réponses claires.

Nous allons voir que le cerveau modifie son organisation interne en fonction des contraintes et des sollicitations de l'environnement. Il se présente comme un chantier permanent où construction et déconstruction cohabitent à chaque instant en fonction de ce que nous vivons. Ces découvertes permettent de mieux comprendre les lois d'apprentissage du cerveau et d'identifier les reconfigurations neuronales les plus favorables à son déploiement.

LES TRACES DE L'APPRENTISSAGE DANS LE CERVEAU

Le cerveau se compose de deux types de cellules en quantité équivalente : les neurones et les cellules gliales (ou glie). Les neurones se chargent de transmettre les signaux, alors que la glie assure une fonction de soutien et de nutrition. Il faut savoir que toutes les cellules du corps traitent de l'information mais les neurones ont pour particularité d'être exclusivement dédiés à cette tâche.

L'activation des neurones suit un processus en trois étapes :

- **activation sensorielle** à partir des organes des sens (externes ou internes au corps) ;
- **traitement des informations reçues ;**
- **élaboration d'une réponse** (mouvement, réaction interne, image mentale…).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Pour circuler dans les neurones, l'information emprunte des voies électrochimiques :

- **le long du neurone,** c'est un courant électrique à sens unique qui circule depuis les dendrites à une extrémité jusqu'aux terminaisons de l'axone à l'autre extrémité ;
- **d'un neurone à l'autre,** c'est un processus chimique libérant des neuromédiateurs dans la synapse (l'espace entre les deux neurones au niveau de leur point de connexion).

Il existe des dizaines de neuromédiateurs différents. Une fois libérés, ils agissent en activant ou en inhibant la propagation du courant électrique. Le niveau d'activité plus ou moins grand de ces substances détermine l'apparition, le renforcement, l'affaiblissement ou la disparition de chaque synapse.

Ce processus de génération et d'élagage synaptique modifie constamment la structure fine du cerveau en réponse aux expériences que nous faisons. Il laisse dans le cerveau des traces physiques qui sont le substrat biologique de l'apprentissage. Ces traces peuvent disparaître aussitôt ou persister plus ou moins longtemps selon des lois que nous allons explorer.

LA LOI DE HEBB

Lors d'un nouvel apprentissage, toutes les ressources cérébrales dont le sujet a besoin pour réaliser la tâche en cours se mobilisent ensemble. Il se produit une synchronisation électrique des neurones concernés qui les relie transitoirement entre eux. C'est la loi de Hebb qui veut que les neurones qui s'activent ensemble se relient entre eux.

Pour devenir opérants, ces circuits demandent des sollicitations intenses dans un laps de temps relativement court (ce qui explique qu'apprendre requière des efforts). Le réseau ainsi amorcé constitue une trace. Une tâche différente amorce une trace différente. Elle est fragile et demande à être rapidement réactivée pour avoir une chance d'être conservée.

C'est la répétition qui consolide les circuits et finit par les rendre permanents. La répétition peut se faire par évocation (restituer une connaissance) ou par essai-erreur (résoudre un problème). En son absence, la trace amorcée disparaît rapidement.

En résumé, si apprendre c'est créer de nouveaux réseaux de neurones, se remémorer c'est réactiver ces mêmes réseaux de neurones. C'est ainsi que parmi les milliards de connexions possibles, des réseaux fonctionnels privilégiés se construisent. En parallèle, d'autres circuits devenus inutiles sont moins sollicités et finissent par disparaître.

Toute expérience, qu'elle soit culturelle, affective ou physique, laisse dans le cerveau une trace plus ou moins durable. L'imagerie cérébrale montre que presque tout le cerveau est impliqué dans l'apprentissage, d'une façon ou d'une autre. Il est capable de faire travailler ensemble des régions très différentes et parfois très éloignées les unes des autres.

LA BIOCHIMIE DE L'APPRENTISSAGE

Un grand nombre de substances chimiques imprègnent le cerveau en permanence. Neuromédiateurs et hormones, en particulier, modulent le fonctionnement des neurones. Ils agissent en facilitant certaines voies et en en bloquant d'autres. Certains vont nous intéresser ici plus particulièrement.

La dopamine est souvent présentée comme le neuromédiateur clé de l'apprentissage en raison du rôle central qu'elle joue dans la motivation. En plus d'orienter très clairement nos choix, la

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

dopamine serait directement à l'origine de la consolidation synaptique dans l'apprentissage. Nous y reviendrons dans le chapitre 6 sur la motivation.

D'autres neuromédiateurs interviennent aussi dans l'apprentissage. On peut citer la sérotonine qui agit sur l'humeur et intervient dans la mémoire, ainsi que la noradrénaline et l'acétylcholine qui aident à mobiliser l'attention. Les hormones jouent également un rôle important. Celles qui sont produites sous l'effet du stress jouent un rôle clé dans nos performances, comme nous le verrons dans le dernier chapitre du livre.

UN ORGANE VORACE MAIS ÉCONOME

Avec son poids de 1,3 kilogramme environ, le cerveau représente 2 % du poids du corps. C'est cependant un gros consommateur d'énergie par rapport aux autres organes. Il monopolise 15 % du débit cardiaque, et consomme 20 % de l'oxygène et 25 % de l'énergie absorbés. Les neurones se nourrissent de glucose, source principale d'énergie du cerveau.

Comme nous l'avons vu, le cerveau n'est jamais au repos. Lorsqu'il est en mode par défaut (c'est-à-dire quand nous ne faisons rien), il consomme quand même de 65 à 80 % du flux sanguin nécessaire à une activité intellectuelle soutenue[18]. Malgré sa voracité relativement aux autres organes, le cerveau reste en réalité très économe. On estime qu'il fonctionne à 38 watts par heure, soit l'équivalent d'une ampoule électrique standard.

EN SYNTHÈSE

Les événements que nous vivons transforment notre cerveau en un chantier permanent de construction et de déconstruction.
Toute expérience, qu'elle soit culturelle, affective ou physique, laisse dans le cerveau une trace plus ou moins durable.
Un neuromédiateur (ou neurotransmetteur) est une petite molécule qui assure la transmission des messages d'un neurone à l'autre, au niveau des synapses. À ce jour, plus d'une soixantaine de neurotransmetteurs ont été identifiés, parmi lesquels l'acétylcholine, l'adrénaline, la noradrénaline, la dopamine, la sérotonine, l'histamine, le glutamate, les neuropeptides…

DU CERVEAU NOVICE AU CERVEAU EXPERT

Le spectacle des prouesses physiques ou intellectuelles nous fait rêver. Qu'est-ce qu'un champion a de plus que les autres ? D'où sort la créativité des génies ? Comment fonctionne le cerveau de ces élus ? Là aussi les croyances sont légion.

La psychologie cognitive s'intéresse depuis plus d'un siècle au fonctionnement du cerveau des experts. Un champion n'est rien d'autre qu'un « super-expert ». L'imagerie cérébrale est venue compléter ces connaissances. Nous vous livrons ici quelques pistes susceptibles d'influencer la pédagogie dans les années à venir.

18 Dehaene, 2014.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

LES CHAMPIONS ONT UNE INTELLIGENCE NORMALE

Les experts présentent des caractéristiques communes dans la façon dont leur cerveau fonctionne. Tout d'abord, et contrairement à une croyance répandue, leurs capacités cognitives « de base » ne sont pas plus grandes que chez les autres. Leur mémoire et leur intelligence sont équivalentes à celles des novices. Alors, quel est le secret des experts ?

L'ARRIÈRE DU CERVEAU PREND LA MAIN

Ce sont des zones différentes du cerveau qui s'activent selon que le sujet est novice ou expert. Lors d'un nouvel apprentissage, l'avant du cerveau se mobilise fortement. C'est le cortex préfrontal, siège des fonctions exécutives, qui commande les opérations. L'attention du débutant est fortement sollicitée par sa mémoire de travail et il fatigue vite. Il suffit de repenser à sa première leçon de conduite pour se rappeler à quel point il était difficile de penser à tous les paramètres et de coordonner ses gestes.

Au fil des répétitions, l'apprentissage va s'autonomiser, c'est-à-dire qu'il devient de plus en plus inconscient. Ce faisant, l'activité neuronale se déplace progressivement de l'avant à l'arrière du cerveau où se situent les automatismes. Le cerveau exécutif ainsi libéré devient disponible pour une autre activité. Ce passage de l'avant à l'arrière du cerveau caractérise le stade de l'expertise.

L'AVANT DU CERVEAU SE LIBÈRE

La libération du cerveau exécutif entraîne une baisse du coût attentionnel, ce qui le rend disponible pour d'autres tâches comme, dans l'exemple de la conduite, écouter la radio ou discuter avec un passager. La mémoire inconsciente, appelée *procédurale*, qui permet d'agir en « pilote automatique », évite de surcharger la mémoire de travail consciente.

À terme, ce processus permet d'effectuer des tâches très complexes en mobilisant peu l'attention, et donc sans se fatiguer. Ce qui explique l'impression de facilité que dégagent les experts. L'automaticité permet :

- **de se relaxer et de profiter de l'instant présent ;**
- **de prioriser ;**
- **d'utiliser son attention pour ce qui est le plus important.**

SAVOIR RALENTIR AU BON MOMENT

Les experts travaillent très vite car le cerveau des automatismes (mémoire procédurale) est beaucoup plus rapide que celui de la pensée (mémoire de travail). Avez-vous remarqué qu'il suffit de prendre conscience de la façon dont on marche pour se mettre à trébucher ?

Cela illustre une particularité du cerveau en matière de vitesse d'exécution. Le centre exécutif que nous utilisons pour penser (système 2) fonctionne de façon plus lente que le centre dédié aux tâches automatiques (système 1). C'est pourquoi un mouvement automatique comme la marche se trouve entravé si l'on se met à y penser.

Il en est de même pour tous les mouvements complexes (y compris mentaux) que nous effectuons habituellement sans y penser. Autrement dit, quand tout se passe bien en « pilote automatique », se mettre à réfléchir à ce que l'on fait entrave la fluidité d'exécution à l'œuvre.

Cependant, si un obstacle imprévu se présente, les automatismes ne suffisent plus et il faut repasser la main au système 2 conscient, lent et délibéré. Une caractéristique des experts est qu'ils ralentissent davantage que les novices quand ils rencontrent un obstacle.

DE TRÈS GROS *CHUNKS*

Une autre particularité fait toute la différence dans le cerveau de l'expert. L'organisation des connaissances est différente. Qu'il soit musicien, sportif ou joueur d'échecs, il procède par *chunks*, c'est-à-dire par regroupement des connaissances en quelques gros blocs, ou « compartiments ». Nous développons ce point essentiel dans le chapitre 5 dédié à la mémoire.

L'ensemble des connaissances accumulées sur des années n'occupe chez l'expert qu'un nombre réduit de compartiments. Sa capacité à manipuler des *chunks* « lourds » est caractéristique de sa mémoire.

Alors que le débutant tente vainement de jongler avec une multitude de petits fragments (qui sont autant de connaissances parcellaires), l'expert n'en manipule que quelques-uns de très grande taille (les connaissances reliées entre elles). Apprendre à élaborer des gros *chunks* en organisant ses acquis et en reliant systématiquement le nouveau à l'acquis conduit à l'expertise. Nous verrons plus loin comment procéder en pratique.

LA MÉTACOGNITION

Les experts se caractérisent par des aptitudes métacognitives très développées. En psychologie, la *métacognition* est la « cognition sur la cognition ». Cela consiste à avoir une activité mentale sur ses propres processus mentaux, c'est-à-dire « penser sur ses propres pensées ».

La résolution de problème fait appel à deux couches de conscience :
⊙ **appliquer une stratégie ;**
⊙ **sélectionner délibérément une stratégie** et monitorer son efficacité.

On peut développer la métacognition, idéalement, dès le début d'un apprentissage. Il s'agit de manager ses compétences à apprendre, ce qui inclut de :
⊙ **planifier** la manière d'aborder une tâche d'apprentissage ;
⊙ **déterminer** quand et comment utiliser les stratégies de résolution de problèmes ;
⊙ **monitorer** sa compréhension (auto-questionnement) ;
⊙ **clarifier** l'objectif de chaque séquence d'apprentissage ;
⊙ **définir** les critères de succès pour pouvoir se situer à tout moment ;
⊙ **s'auto-évaluer** (état d'achèvement par rapport au but) ;
⊙ **réguler** ses émotions en cas de difficulté.

Comprendre ce qui s'est passé quand on n'a pas réussi et être capable d'évaluer les stratégies auxquelles on a recours quand on réussit rend plus performant. Les experts savent contrôler activement les processus cognitifs qu'ils engagent.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

UN RUDE LABEUR

C'est à travers une pratique intense, de multiples manipulations mentales et l'expérience accumulée sur des années que l'expertise se construit. Elle vient progressivement relier, étendre, corriger et renforcer les circuits neuronaux.

Si les prédispositions de départ peuvent entraîner des différences d'un cerveau à l'autre, une chose est sûre : l'expertise des champions résulte d'abord d'un entraînement délibéré, considérable et prolongé.

EN FORMATION

Les apprentis sorciers qui veulent nous faire croire que l'on peut apprendre sans effort, simplement en jouant ou en écoutant des cassettes enregistrées pendant notre sommeil, sont des marchands de rêves et de fausses promesses.
Apprendre, se former demande des efforts, même si le rôle du pédagogue est de créer les conditions les plus propices à ce que cela se fasse plus facilement.

APPRENDRE AUTREMENT AU XXIe SIÈCLE

APPRENDRE À APPRENDRE

Très peu d'entre nous ont reçu des instructions explicites sur la façon la plus efficace d'apprendre. Pourtant, prendre conscience des stratégies que l'on utilise et les faire éventuellement évoluer est essentiel.

Une littérature scientifique abondante est disponible sur le sujet mais n'est pas exploitée. Une large méta-analyse a révélé que les méthodes de révisions les plus utilisées par les apprenants sont aussi les moins efficaces[19].

La plupart des stratégies proposées dans ce livre peuvent être transmises aux apprenants pour qu'ils se les approprient dans leur travail personnel. Nous verrons comment il est possible d'apprendre à :

- **diriger son attention** de façon plus efficace ;
- **mieux mémoriser** ses cours en les révisant de façon adaptée ;
- **se fixer des objectifs** suffisamment ambitieux pour susciter l'effort ;
- **maintenir sa motivation** face aux difficultés ;
- **s'autoévaluer.**

Une capacité clé à développer le plus tôt possible dans l'apprentissage est la métacognition de « sujet apprenant ». Si l'enseignant doit être au clair sur l'endroit où se situe l'apprenant dans sa progression et des stratégies cognitives qu'il utilise, l'apprenant bénéficie aussi grandement de cette connaissance sur lui-même.

19 Dunlosky, 2013.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

ENSEIGNER POUR APPRENDRE

Tous les enseignants constatent que transmettre est particulièrement riche d'apprentissages pour soi-même. Pourtant, ils utilisent peu ce levier. John Hattie, dans sa méta-analyse, classe l'enseignement aux pairs comme un outil d'apprentissage particulièrement efficace.

Comme nous l'avons vu plus haut, il semble de plus en plus évident que le cerveau de l'homme, en plus d'être programmé pour apprendre, le soit aussi pour transmettre ses connaissances. Cette prédisposition facilite l'utilisation de cet outil en misant sur un levier biologiquement intégré.

VERS UNE MÉTA-INTELLIGENCE ?

La recherche sur l'intelligence montre qu'une région particulière du cerveau est impliquée dans plusieurs formes d'intelligence. C'est le cortex préfrontal, encore appelé *cerveau exécutif*. D'après Olivier Houdé, ce « carrefour des intelligences » peut être entraîné. Il est possible, selon lui, d'apprendre à jongler avec ses intelligences pour sélectionner celle qui se montre la plus adaptée pour résoudre un problème donné dans un contexte donné.

Cette capacité hiérarchiquement située au-dessus des autres serait responsable des arbitrages et interviendrait à la façon d'un chef d'orchestre. Le ressort principal de cette méta-intelligence serait sa capacité à inhiber une intelligence pour en activer une autre plus adaptée. C'est le concept de *résistance cognitive*.

Ce concept propose une nouvelle définition de l'intelligence, qui serait la capacité à activer le chemin neuronal le plus utile et à inhiber tous les autres parmi plusieurs stratégies possibles. La capacité à passer en permanence de l'activation à l'inhibition procure alors une plus grande flexibilité mentale.

APPRENDRE AU CERVEAU À RÉSISTER

De même que, pour plier un bras, il faut simultanément activer les muscles fléchisseurs et inhiber les muscles extenseurs, la capacité à activer certaines zones du cerveau et à en inhiber d'autres est nécessaire à l'apprentissage. L'inhibition se présente comme une fonction cardinale du cortex préfrontal.

Nous avons vu que tous les chemins possibles sont disponibles dans le cerveau mais que c'est leur fréquence d'utilisation, sous l'effet de la culture, qui va en favoriser certains. C'est à force d'activer les mêmes circuits de neurones que nous développons des automatismes mentaux. Ceux-ci, nous l'avons vu, constituent des stratégies rapides et souvent efficaces mais dans un certain nombre de cas, ils nous desservent.

Le concept de résistance cognitive suggère une pédagogie nouvelle pour apprendre à inhiber un automatisme lorsqu'il est indésirable. De la même manière qu'un mouvement inadapté du corps peut être inhibé pour apprendre un sport, il est possible de retenir l'ébauche d'un geste mental indésirable. Cependant, rien n'est plus difficile pour l'homme que de résister à ses habitudes (mentales ou autres). Comment cela se présente-t-il en pratique ?

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Savez-vous résister ?

Le test de Stroop mesure la capacité à inhiber les automatismes mentaux. Pour répondre correctement à la consigne donnée, il faut réussir à inhiber l'automatisme de la lecture pour se focaliser sur la couleur.

Exemple de l'effet Stroop

Voici un exemple de planche que l'on peut trouver dans le **test de Stroop***.

Consigne : ne lisez pas les mots, mais dites le plus rapidement possible dans quelle couleur ils sont écrits, et ce, ligne par ligne, de la gauche vers la droite. L'expérimentateur compte le nombre de mots lus, ou de couleurs dénommées, pendant le délai imparti de 45 secondes.

* https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Stroop

Comment procéder avec l'apprenant en pratique ? La première étape est de lui faire prendre conscience de ses automatismes mentaux pour qu'il apprenne à les repérer. Il faut non seulement les lui signaler mais aussi expliquer la possibilité d'y résister (vous pouvez utiliser le test de Stroop ci-dessus). C'est ensuite en multipliant les essais et en donnant un feedback immédiat que le cerveau va apprendre à se corriger.

Si l'on prend le cas d'une personne à intelligence verbale-linguistique dominante face à un problème de maths, il s'agirait de lui apprendre à résister à l'envie de penser avec des mots pour laisser place à l'intelligence logico-mathématique. Houdé et ses équipes expérimentent actuellement avec succès cette nouvelle pédagogie dans des classes pilotes.

Résister au Marshmallow

La capacité inhibitrice du cortex préfrontal nous aide aussi à résister aux tentations, distractions et autres interférences qui menacent notre attention à chaque instant. Résister pour mieux apprendre peut prendre des formes surprenantes. C'est en 1972 que le psychologue Walter Mischel de l'université de Stanford décide d'étudier cette capacité chez des enfants de 4 ans. Pour cela, il conçoit un test mesurant leur capacité à résister à la tentation (gratification différée).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Dans le désormais célèbre « test du Marshmallow », il donne le choix à des enfants : soit manger un Marshmallow tout de suite, soit attendre et en obtenir deux plus tard. Cette étude répétée des centaines de fois montre qu'environ un tiers des enfants réussit à résister, un tiers craque immédiatement et le dernier tiers se situe entre les deux. Le self-control est inégalement réparti dès le plus jeune âge. Quelles en sont les conséquences ?

À l'issue de ces tests, plusieurs groupes d'enfants seront suivis pendant des décennies pour évaluer leur devenir. Que ce soit dix, vingt ou trente ans plus tard, les résultats sont édifiants. Les enfants qui ont le mieux résisté ont obtenu de meilleurs résultats académiques, manifestent un meilleur fonctionnement cognitif et social, ont une plus grande confiance en eux et gèrent mieux leur stress[20]. En bref, les « résistants » ont en moyenne mieux réussi leur vie professionnelle et sociale que les autres. Ceux qui ont craqué immédiatement sont en moyenne à l'autre bout du spectre et les « intermédiaires » se situent entre les deux.

Certains d'entre vous seront peut-être tentés de faire un test « maison » du Marshmallow. Si vos enfants (ou vous-même) craquent immédiatement, rassurez-vous : résister à la tentation s'apprend. Cette capacité est reliée à celle de l'attention. Des expériences sont actuellement en cours à l'école pour apprendre aux enfants à résister notamment aux distractions (les distractions sont des tentations)[21]. Nous fournissons des pistes en ce sens au chapitre 4 dédié à l'attention.

De récents travaux ont mis en évidence le rôle central de la mémoire de travail (qui comporte une forte composante attentionnelle) et de l'attention dans les capacités intellectuelles. Elles pourraient notamment expliquer les différences d'intelligences entre individus[22].

DÉVELOPPER UN CERVEAU CRÉATIF

La créativité n'est pas une fonction cognitive au sens strict mais c'est une composante fondamentale de la pensée et de notre rapport à l'environnement. Une croyance répandue veut que la créativité relève de talents particuliers ou soit l'apanage d'intelligences hors du commun. Les dernières découvertes scientifiques suggèrent qu'il n'en est rien[23].

Selon les chercheurs, un plus grand nombre de régions sont impliquées dans les activités particulièrement créatives que dans la pensée conventionnelle. Les sujets les plus créatifs développent une plus grande activité dans les régions impliquant la cognition, les émotions, la mémoire de travail et la réponse à la nouveauté, ce qui conforte l'idée que des réseaux spécifiques sont impliqués dans la créativité[24].

Pour être créatif, il faut penser autrement, « *out of the box* », comme disent les Anglo-saxons. Il faut être capable de sortir des chemins neuronaux que nous empruntons le plus souvent. Sortir des rails habituels de nos automatismes s'apprend, nous explique Olivier Houdé. Comment faire en pratique ?

Nous verrons au chapitre 6 sur les émotions et la motivation que toutes les émotions ne prêtent pas à la créativité. Les grands moments « eurêka ! » demandent à ce que notre cerveau soit

20 Mischel W., *The Marshmallow Test*, Brown, 2014.
21 Lachaux, 2013.
22 Grégoire, 2016 ; Mischel, 1972 ; Shoda, 1990.
23 Green, 2016.
24 Botella, 2015.

© Groupe Eyrolles

préalablement passé par plusieurs étapes. Si ces soudaines illuminations émergent le plus souvent en dehors des périodes de réflexion, c'est qu'il y a de bonnes raisons à cela. Nous verrons comment mettre en place les conditions les plus propices à l'innovation.

APPRENTISSAGE : QUATRE GRANDS FILTRES, SEPT PRINCIPES

Si la neuro-imagerie confirme que chacun apprend à sa façon, ces différences s'inscrivent au sein de grandes lignes directrices qu'il est important de prendre d'abord en compte. Les sciences cognitives nous révèlent que l'apprentissage se présente dans le cerveau comme une série de filtres qui interviennent comme autant de goulots d'étranglement pour sélectionner l'information.

LES QUATRE FILTRES

Attention, compréhension, émotions et motivation sont les quatre passages obligés qui aboutissent à l'inscription efficace des savoirs et des savoir-faire dans la mémoire.

Nous allons voir que ces quatre filtres sont étroitement interdépendants les uns des autres. Sans attention, la compréhension n'est pas possible. Sans compréhension, la mémorisation est fortement pénalisée. Mémoire et attention conditionnent toutes les autres fonctions exécutives (raisonner, résoudre des problèmes, organiser nos actions en anticipant, planifier, prendre des décisions…). Les émotions influent fortement sur l'attention et la mémorisation. Enfin, sans motivation, l'attention est fortement compromise… La boucle est bouclée.

Nous avons choisi de traiter « apprendre » et « mémoriser » dans deux chapitres distincts pour en faciliter la compréhension. Cette division est un peu artificielle dans la mesure où le processus de mémorisation est inclus dans le processus d'apprentissage. « La mémoire est construite par les apprentissages et ceux-ci persistent grâce à elle. »[25] Ces liens croisés sont aussi à l'œuvre pour l'attention, la compréhension et la motivation, ce qui illustre leur profonde intrication. Nous survolons ici, pour en donner une vue d'ensemble, quatre dimensions clés développées tout au long du livre, car nous avons bien conscience que, pour parvenir à assimiler ces approches du NeuroLearning, la répétition est nécessaire afin de renforcer la trace neuronale !

Filtre n° 1 : l'attention est un goulot étroit

Nous sommes des animaux naturellement curieux et notre envie d'en savoir plus est un puissant moteur. Cependant, une forte contrainte pèse sur cette motivation : celle de notre disponibilité mentale. Sans focalisation de l'attention sur la tâche requise, aucun apprentissage n'est possible.

Des millions de neurones sont stimulés à chaque instant dans notre cerveau par les informations de l'environnement que nous captons. Seules quelques-unes réussiront à franchir le seuil de notre conscience. Notre attention est hyper sélective et ne peut traiter qu'une chose à la fois (c'est pour cette raison que le multitâche met le cerveau en échec). Comment s'opère ce filtrage drastique ?

25 OCDE, 2007.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Le premier grand principe est que notre attention ne capte que ce qui nous intéresse, en positif ou en négatif. Nos sensations et nos émotions vont procéder à un tri selon des lois bien définies. Le cerveau est programmé pour s'occuper en priorité des émotions, en particulier de la peur. Nous verrons que si un certain niveau de stress est favorable à l'attention, au-delà de ce seuil, l'effet s'inverse rapidement.

Sur le plan sensoriel, il est important de savoir que l'homme est d'abord un être visuel mais que plus ses sens sont stimulés, plus son attention est captée. L'attention est fortement stimulée par la variété et les effets de surprise. Le cerveau est avide de nouveauté car celle-ci active le circuit de la récompense.

Il est indispensable de respecter les faibles ressources de l'attention. La mobiliser requiert des efforts importants. Elle décline au bout de quinze minutes en raison de la fatigue engendrée. Il lui faut alors un petit temps de repos pour se reconstituer.

Il est d'autant plus important de respecter ces fluctuations physiologiques que les temps de repos permettent au cerveau de travailler différemment et à notre insu. Il procède à un travail de « digestion » et de consolidation des apprentissages. Il est démontré que les étudiants les plus engagés laissent leur attention fluctuer, alternant des périodes d'écoute intense et des temps de flottement[26].

Filtre n° 2 : découvrir comment comprendre aide à apprendre

Pour survivre, nous devons en permanence collecter des informations sur l'environnement. Notre cerveau cherche constamment à relier les informations nouvelles qui lui parviennent à ce qu'il connaît déjà. Dans sa quête insatiable de sens, il compte et organise tout ce qu'il rencontre. C'est ainsi qu'objets, personnes ou idées sont immédiatement classés dans des catégories. Cette « mise en boîtes » du réel construit l'architecture de notre raisonnement.

Notre cerveau est une machine à détecter les *patterns* (régularités) : ce sont des « motifs » qu'il recherche systématiquement dans le chaos d'informations qui lui parvient. Son appétit de sens est tel qu'il est capable d'en créer là où il n'y en a pas. Il suffit de regarder quelques instants un nuage pour lui trouver la forme d'un visage ou d'un animal.

Comprendre une information, c'est lui donner du sens par rapport à ce que l'on sait déjà. C'est relier le nouveau au connu. Au niveau des neurones, c'est relier par de nouvelles synapses la jeune trace encore fragile aux traces anciennes consolidées.

À l'opposé, apprendre par cœur, c'est-à-dire sans comprendre, constitue des traces isolées les unes des autres. Ces îlots de connaissances sont plus difficiles à relier et donc à consolider. C'est pour cette raison que cette façon d'apprendre est particulièrement peu rentable en termes de mémorisation et coûteuse en énergie mentale.

Nous verrons qu'en pratique, il s'agit ainsi de multiplier les croisements « nouveau-acquis ». Plus les liens seront nombreux, plus la notion nouvelle aura de chance d'être intégrée. Comparaisons,

26 Bunce, 2010.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

analogies et autres métaphores sollicitent des savoirs acquis et favorisent compréhension et rétention.

Plus l'information est présentée de façon variée, plus elle a de chance de s'arrimer à des acquis qu'elle vient enrichir. De multiples chemins sont alors disponibles pour retrouver rapidement la bonne information au bon moment. C'est la densité de la trame neuronale qui caractérise la solidité de l'apprentissage.

C'est ce qui explique que plus on a de connaissances, plus on apprend facilement. Les apprentissages initiaux constituent l'architecture de base sur laquelle viennent se greffer de nouveaux éléments permettant ainsi des apprentissages de plus en plus complexes.

Des acquis instables ou inexistants rendent la tâche ardue, voire impossible. D'où l'importance de vérifier les acquis et d'insister sur les prérequis. Une revue de plus de 800 méta-analyses révèle qu'en matière d'apprentissage, les connaissances antérieures comptent davantage que le QI[27].

DU POINT DE VUE DE LA FORMATION

Comprendre que le QI n'est pas tout

Ce que l'on sait déjà détermine ce que l'on peut apprendre. Les connaissances antérieures comptent davantage que le QI.
D'où le nécessaire travail à faire sur l'évaluation des prérequis de la population cible de la formation. Cela permettra de pouvoir caler des scénarios pédagogiques s'appuyant sur les connaissances antérieures, et ainsi renforcer les apprentissages en cours.

Filtre n° 3 : l'apprentissage s'inscrit dans la mémoire

Nous avons vu que la trace initiale d'un apprentissage est particulièrement fragile. La capacité à se remémorer une notion nouvelle décline très vite dans le temps. La phase de consolidation précoce est critique. Deux processus doivent intervenir rapidement : la création de liens et la répétition.

Pour intégrer la réalité, le cerveau procède à son découpage puis à sa reconstruction. S'il procède ainsi à notre insu pour voir ou entendre, c'est une étape beaucoup plus laborieuse quand il s'agit d'apprendre activement. Plus ce travail est personnel (liens nouveau-acquis) et créatif, plus l'apprentissage sera compris et mémorisé.

Il est démontré que les items que l'on peut placer dans une catégorie sont mieux compris et mémorisés que ceux qui ne le sont pas. Pratiquer le *chunking* consiste à relier les items en fonction de leur sens pour former des blocs d'information cohérents (*chunks*, voir plus haut dans ce chapitre). Nous avons vu qu'apprendre par cœur est peu rentable. Ce processus ne fait que multiplier des îlots de connaissances isolés dont l'accès est difficile.

Si la première réactivation du nouvel apprentissage n'intervient pas dans les vingt-quatre heures, la trace amorcée a de grandes chances de disparaître. Les répétitions ultérieures peuvent être

27 Hattie, 2009.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

plus espacées selon un calendrier que nous préciserons. Plus la trace est consolidée, moins elle a besoin d'être revisitée pour être maintenue.

La répétition n'est pas la seule façon de consolider la mémoire. Le contexte de l'apprentissage est aussi très important. Les émotions associées à l'apprentissage jouent un rôle d'amplificateur de la trace neuronale. Nous verrons comment il est possible de les solliciter de façon adaptée.

L'apprentissage multisensoriel facilite aussi la consolidation des circuits car chaque sens a une zone de stockage différente. Multiplier les indices de récupération sensoriels augmente les possibilités de retrouver l'information en multipliant les chemins pour y accéder.

De façon en apparence contre-intuitive, apprendre implique aussi d'oublier. S'il ne nous était pas donné d'oublier la plupart des informations que nous intégrons, nous serions incapables de retrouver celle dont nous avons besoin. Les informations lues, les paroles entendues ou prononcées au cours d'une journée ne font pour la plupart qu'un passage éphémère dans notre cerveau.

Les enseignants sont souvent frustrés de voir les apprenants refaire une erreur qui vient d'être corrigée. Plus une erreur a été répétée, plus sa trace est solide. Le cerveau l'emprunte plus facilement que la nouvelle trace encore fragile de la correction. C'est pour cela qu'il est si difficile de remplacer une mauvaise habitude par une bonne. Nous sommes parfois pénalisés par nos souvenirs.

Filtre n° 4 : les émotions et la motivation agissent sur l'apprentissage

Apprendre, nous l'avons vu, requiert un investissement considérable. Le travail mental est particulièrement coûteux en énergie. Cela explique les oscillations naturelles de l'attention et le fort besoin de récupération. Qu'est-ce qui incite notre cerveau à fournir un tel effort ? Nous allons voir comment les émotions et la motivation entrent en jeu.

Les neurosciences ont établi la profonde intrication des interactions entre les émotions et la cognition. L'apprentissage suscite des émotions et les émotions ont un impact majeur sur l'apprentissage. Il est aujourd'hui bien démontré que certaines émotions facilitent l'apprentissage et que d'autres le bloquent.

Alors qu'un certain niveau de stress est favorable au fonctionnement cognitif, les effets s'inversent au-delà de ce niveau. Les études de neuro-imagerie montrent comment l'excès de stress et les émotions négatives influencent le filtrage de l'information. Quand une menace est perçue (peur de se tromper, d'être jugé…), le mode « pensant » du cerveau est court-circuité au profit du mode « survie ». Tout apprentissage est alors compromis, voire impossible.

Le sentiment de sécurité facilite au contraire les comportements d'exploration. L'attention est alors particulièrement réceptive à la nouveauté et au changement. La partie « pensante » du cerveau peut alors travailler dans de bonnes conditions. Dès lors que l'environnement émotionnel est favorable, qu'est-ce qui nous motive le plus ?

La motivation est le processus qui transforme les récompenses anticipées en action. Le cerveau humain comme celui des animaux est équipé d'un circuit de la récompense qui influence puissamment nos décisions et nos comportements. Une récompense reçue par le cerveau au cours d'un apprentissage active des régions du cerveau qui libèrent de la dopamine.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Les activités d'apprentissage qui augmentent la dopamine procurent du plaisir et favorisent la motivation. Les petits gains successifs à court terme sont beaucoup plus motivants qu'un gain plus important à long terme. Nous sommes prêts à fournir de sérieux efforts de réflexion quand nous faisons le lien entre l'effort immédiat et de bonnes chances de succès. Cela explique l'immense succès des jeux vidéo. Nous verrons comment il est possible de s'en inspirer pour favoriser la motivation.

LES SEPT PRINCIPES

Nous distinguons sept principes d'hygiène de vie, de santé et d'environnement qui influent sur la cognition et l'apprentissage.

Principe n° 1 : l'impact du vieillissement est limité

Bien qu'il existe des périodes optimales pour certains types d'apprentissage, la neuroplasticité permet d'apprendre à tout âge. La petite enfance offre des fenêtres d'opportunité encore appelées périodes sensibles (ou « critiques », comme nous l'avons vu dans les neuromythes). Passé cette période, l'apprentissage reste tout à fait possible mais sera plus coûteux en énergie et plus long.

Les scientifiques ont longtemps cru que le cerveau vieillissait en perdant de grandes quantités de neurones au fil du temps. On sait aujourd'hui que leur nombre reste quasiment stable. C'est plutôt la baisse de la qualité des connexions entre neurones qui serait responsable du déclin des fonctions cognitives.

À partir de 20-30 ans, les fonctions cognitives commencent lentement à décliner. Comment se fait-il alors qu'un grand nombre de « seniors » occupent avec succès des postes à responsabilités ? C'est que la cognition peut rester très performante jusqu'à un âge avancé.

Si chefs d'entreprise, hommes politiques ou artistes peuvent déployer une efficacité remarquable jusque tard dans leur vie, c'est grâce à leur expertise. L'expertise des connaissances permet de résister au vieillissement du cerveau pour autant que celui-ci continue d'être activement stimulé.

Curieusement, les capacités créatives ne semblent pas subir le même déclin que la cognition. Une étude japonaise a étudié les capacités créatives sur un groupe de sujets de 25 à 83 ans. Les auteurs n'y ont pas retrouvé un effet de l'âge[28]. Les études d'imagerie tendent également à confirmer que la cognition et la créativité n'empruntent pas les mêmes circuits.

Il est démontré qu'apprendre tout au long de la vie permet de constituer une réserve cognitive qui protège contre la survenue de la maladie d'Alzheimer ou en retarde l'apparition. L'un des meilleurs services que l'on puisse rendre à son cerveau est d'apprendre activement toute sa vie.

Principe n° 2 : le lien corps-esprit est primordial

L'apprentissage est un processus biologique complexe qui se déroule simultanément dans l'esprit et dans le corps. Le cerveau est en interaction constante avec le reste du corps. Il assure

28 Koizumi, 2004.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

conjointement des fonctions vitales comme la respiration et des fonctions dites supérieures comme le raisonnement.

De même que la cognition et les émotions sont indissociables, tout ce qui touche le corps retentit sur l'esprit et inversement. L'apprentissage est un processus incarné.

Principe n° 3 : le sommeil renforce l'apprentissage

Le manque de sommeil entraîne immédiatement un déclin de la performance cognitive[29]. Il occasionne des difficultés à maintenir son attention, à traiter l'information et à prendre des décisions. Il affecte aussi la mémoire.

Si le sommeil joue un rôle vital dans l'apprentissage, ce n'est pas seulement par le repos qu'il procure. Durant le sommeil, l'hippocampe dialogue avec le cortex pour réactiver et renforcer les réseaux neuronaux sollicités par l'apprentissage de la journée[30]. Il est désormais établi que la mémoire se consolide activement pendant le sommeil[31].

En plus du bénéfice apporté par une nuit réparatrice, la sieste est un moyen de choix pour favoriser la cognition. Il est démontré qu'en plus de consolider les apprentissages de la matinée, elle a pour effet de faciliter les apprentissages de l'après-midi[32].

Il a été récemment découvert que ce processus de consolidation non conscient se produit aussi pendant les périodes de repos éveillé[33]. Faire une « sieste » les yeux ouverts est bénéfique. L'important est de mettre le cerveau « pensant » au repos.

Tous les sportifs de haut niveau savent que leur capacité à récupérer compte au moins autant que leurs efforts d'entraînement. La performance intellectuelle exigeante que représente l'apprentissage requiert le même type d'équilibre.

En bref, le manque de sommeil ou de repos dans la journée réduit les opportunités de consolidation des nouveaux apprentissages. Vive la sieste !

Principe n° 4 : l'exercice physique favorise la cognition

Les preuves sont là, l'exercice physique optimise la performance cognitive, améliore l'humeur et régule le stress. Ces bénéfices sont démontrés à court terme comme à long terme[34]. Pourtant, dans les faits, l'activité musculaire, livrée au bon vouloir de chacun, est généralement insuffisante. Elle reste déconnectée de la plupart des apprentissages malgré l'immense potentiel qu'elle présente.

Dans une étude américaine, il était demandé à un groupe d'étudiants de mémoriser 90 photos. Les étudiants étaient ensuite séparés en deux sous-groupes, l'un pratiquant un exercice de musculation des jambes, l'autre restant assis. Deux jours après, leur mémoire a été testée. La mémorisation du groupe « activité musculaire » était significativement plus élevée que l'autre (60 % versus 50 %)[35].

29 Epstein, 2010.
30 Walker, 2003.
31 Ji & Wilton, 2006.
32 Antonenko, 2013.
33 Tambini, 2010.
34 Donelli, 2011, Guezennec, 2008.
35 Weinberg, 2014.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Des chercheurs écossais ont suivi 5 755 adolescents pendant cinq ans. Leurs résultats montrent qu'une activité physique même modérée améliore les performances en anglais, en mathématiques et en sciences.

Le sport a un impact sur les performances scolaires, affirme la chercheuse française Martine Duclos. L'activité musculaire modifie la neurochimie cérébrale et transforme le cerveau. Il apparaît que l'activité musculaire augmente le débit sanguin, la plasticité synaptique, la neurogenèse et la production de certains neuromédiateurs comme la dopamine.

Les bénéfices de l'activité musculaire sont avérés chez l'adulte et à long terme. Une étude anglaise a examiné le lien entre activité physique à l'âge de 36 ans et la mémoire verbale à 43 ans et 53 ans. Les résultats indiquent que plus les personnes ont fait d'exercice à 36 ans, meilleure est leur mémoire en milieu de vie (Marcus Richard, 2003).

Principe n° 5 : la nutrition joue son rôle

Les compléments alimentaires qui revendiquent une efficacité sur la cognition ont pour la plupart échoué à faire la démonstration de leur intérêt. Il est en revanche avéré qu'une alimentation équilibrée est nécessaire au bon fonctionnement du cerveau.

D'une façon générale, tout ce qui est bon pour le cœur et les vaisseaux est bon pour le cerveau. L'excès de sel qui caractérise notre alimentation moderne est de ce point de vue particulièrement préoccupant. Le sel ne se cache pas toujours là où l'on croit. Ce n'est pas tant le sel de table qui est à traquer mais les produits transformés.

CERVEAU ET ALIMENTATION

Le meilleur service que l'on puisse rendre à son cerveau est de réduire ses apports en sel (en dessous de 5 grammes par jour). Le site SALT* dédié à ce sujet est une mine d'informations pratiques. Les produits transformés sont les premiers pourvoyeurs de sel en excès : pain, charcuterie, fromage, biscuits et pâtisseries industrielles sont en première ligne.

* salt.asso.fr

Un apport adapté en acides gras essentiels, oméga 3 en particulier, est nécessaire. La consommation de poissons gras (saumon, maquereau, sardine) une ou deux fois par semaine en assure la couverture.

Des études récentes indiquent que le chocolat noir serait favorable à la cognition. Le café en quantité raisonnable (d'une à trois tasses par jour) a un effet stimulant sur la vigilance.

Principe n° 6 : l'état de santé influe sur l'apprentissage

L'état de santé physique et psychologique retentit sur le fonctionnement du cerveau. Nous évoquons ici les principaux enjeux de santé susceptibles de pénaliser l'apprentissage.

La santé cardio-vasculaire, nous l'avons vu pour l'alimentation, est déterminante pour la santé du cerveau. Elle implique de traquer les facteurs de risque qui la menacent : tabagisme, sédentarité, obésité, hypertension artérielle, diabète…

L'état de santé psychologique représente une préoccupation croissante en ce XXIe siècle. Il retentit aussi fortement sur les fonctions cognitives. La dépression ralentit les fonctions cognitives. L'anxiété et l'excès de stress les prennent en otage (voir chapitre 6).

La carence en sommeil (quantité et qualité) est un enjeu de santé publique dans les pays industrialisés. Elle aggrave le stress et augmente le risque de nombreuses pathologies physiques et psychologiques.

De nombreux médicaments, notamment les psychotropes, affectent les fonctions cognitives. Parmi les traitements les plus prescrits, les antidépresseurs, les anxiolytiques et les somnifères affectent en particulier la mémoire. D'une façon générale, tout médicament qui modifie la vigilance retentit sur la cognition.

La fatigue, qui accompagne presque toutes les pathologies, réduit l'efficacité du signal neuronal dans sa vitesse et sa régularité.

Principe nº 7 : le cadre joue un rôle central

De même que l'environnement cognitif, émotionnel et social influence fortement l'apprentissage, l'environnement physique a toute son importance. Les neurosciences commencent à déterminer quels sont les environnements les plus favorables à l'apprentissage.

APPRENDRE AU CALME

Le bruit est une source de distraction et de fatigue qui pénalise la cognition et le bien-être. Une étude anglaise a montré que dans les écoles londoniennes situées dans les quartiers les plus bruyants, les résultats sont moins bons (toutes choses étant égales par ailleurs).

À LA LUMIÈRE DU JOUR

L'hygiène lumineuse serait aussi importante que l'hygiène alimentaire, c'est ce qu'affirme le chercheur français Claude Gronfier. La qualité du sommeil est déterminée pendant la journée et la nature de la lumière y joue un rôle central. Pour travailler, la lumière naturelle est préférable à la lumière artificielle.

De plus, il est recommandé de s'exposer à la lumière du jour à l'extérieur, en particulier l'hiver, au minimum vingt minutes par jour. La qualité de la lumière reçue en période d'éveil conditionne la qualité du sommeil.

SANS LUMIÈRE BLEUE LE SOIR

La lumière artificielle utilisée le soir joue également un rôle important. L'exposition à la lumière bleue est devenue omniprésente (ordinateur, téléphone, télévision, éclairage blanc). Or, elle a pour effet de retarder l'endormissement et de perturber le sommeil.

Il est recommandé de renoncer aux écrans (y compris téléphone et télévision) au minimum une heure avant le coucher. Il est important de s'équiper d'ampoules à lumière jaune pour l'éclairage du soir (réserver les ampoules à lumière blanche pour l'éclairage de jour).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

DE LA MUSIQUE AU REPOS

Écouter de la musique en travaillant est déconseillé en raison de la surcharge cognitive occasionnée. En revanche, écouter de la musique dans les périodes de repos joue un rôle favorable sur l'humeur.

De plus en plus de travaux semblent indiquer qu'étudier la musique et pratiquer un instrument sont favorables à la cognition.

EN STATION DEBOUT

La sédentarité est un facteur de risque bien connu pour la santé. La position assise prolongée apparaît particulièrement néfaste[36]. De récents travaux se sont penchés sur l'intérêt de travailler debout. Une étude américaine réalisée chez des lycéens pendant six mois a montré que la station debout favorise la cognition[37].

VU DU CERVEAU : TREIZE FAITS EN SYNTHÈSE

La connaissance du cerveau permet d'établir un certain nombre de faits valables pour tous les apprenants. Si certains relèvent de l'évidence, on observe qu'ils sont fréquemment occultés en pratique. D'autres sont plus contre-intuitifs et remettent en question des habitudes anciennes.

- **Nos cerveaux se ressemblent davantage qu'ils ne diffèrent.** Si chacun utilise ses propres chemins pour résoudre un problème, le fonctionnement de notre cerveau est régi par des principes universels. Dans les grandes lignes, nous apprenons et oublions de façon prévisible.
- **Apprendre est une démarche très personnelle.** Le cerveau intègre la réalité en prélevant les fragments qui l'intéressent puis en les reliant à ce qu'il sait déjà. Le résultat est une reconstruction créative souvent éloignée de ce qui l'a motivée.
- **Apprendre requiert des efforts intenses.** Diriger son attention, relier le nouveau à l'acquis (comprendre) et mémoriser amènent à déployer des efforts considérables.
- **Le cerveau économise son énergie dès qu'il le peut.** Économiser son énergie est une question de survie pour l'organisme. Notre énergie mentale est très limitée. Il est normal de subir une baisse de l'attention au bout de quinze minutes environ.
- **Apprendre est une source d'émotions et de stress.** La crainte de l'échec et la sensibilité au regard d'autrui peuvent générer un excès de stress. De plus, comme apprendre sollicite très fortement l'attention, la fatigue se manifeste rapidement.
- **Apprendre prend du temps.** De multiples manipulations et de très nombreuses répétitions sont nécessaires. L'apprentissage distribué dans le temps est plus efficace que lorsqu'il est massé.
- **Apprendre s'apprend.** Les stratégies d'apprentissage les plus efficaces sont connues des chercheurs mais peu des enseignants et des apprenants. Apprendre à apprendre peut faire gagner beaucoup de temps et d'énergie.
- **La correction n'efface pas l'erreur.** Quand un mauvais pli est pris, il faut simultanément désapprendre la notion erronée et inscrire la correction. Cela prend du temps et de nombreuses

36 Carré, 2013.
37 Mehta, 2016.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

répétitions. Les deux processus cohabitent d'autant plus longtemps que la mauvaise habitude est ancienne.

- **Nous nous méprenons sur nos capacités.** La plupart d'entre nous se surévaluent et sous-estiment le temps et les efforts nécessaires à un apprentissage.
- **Quand nous nous reposons, notre cerveau travaille.** Au repos, le cerveau continue à travailler à notre insu mais différemment. Il effectue un travail indispensable d'organisation et de consolidation des apprentissages.
- **Nous ne développons que les capacités que nous entraînons.** Si toutes les potentialités sont présentes au départ, seules les capacités que nous sollicitons se développent. Répétition et effort délibérés sont nécessaires pour consolider les premières traces de l'apprentissage.
- **Plus on apprend, plus il est facile d'apprendre.** Plus les connaissances se développent, plus il est facile d'établir des liens entre le nouveau et l'acquis. Plus on a de connaissances, plus on est motivé pour apprendre.
- **Transférer les apprentissages ne va pas de soi.** Face à une situation nouvelle, il est difficile pour l'esprit humain de réutiliser une solution qui a fonctionné dans un autre contexte. Nos comportements sont plus souvent dictés par des automatismes (système 1) que par une réflexion délibérée (système 2).

EN SYNTHÈSE

Notre cerveau est doté d'un immense appétit d'apprendre mais ses capacités d'assimilation sont vite dépassées. L'apprentissage demande du temps, des efforts et une véritable stratégie. Il est optimal quand la stimulation du cerveau est adéquate en quantité et en qualité.

Nous allons voir dans les prochains chapitres comment il est possible :

- **de capitaliser** sur la gourmandise du cerveau en lui servant ses ingrédients favoris ;
- **de respecter** ses limites pour lui permettre de mieux fonctionner ;
- **d'augmenter** l'efficacité du temps et des efforts qu'il consent à fournir ;
- **de lui faciliter la tâche** autant que possible ;
- **de mieux cerner** ce dont il a besoin pour rester motivé.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

CHAPITRE 4

L'ATTENTION : UN DOUBLE DÉFI

Objectifs

- ⊙ **Découvrir l'attention comme une capacité centrale pour l'apprentissage.**
- ⊙ **Exploiter ses propriétés pour mieux capter et maintenir l'attention des apprenants, notamment en jouant sur les sens et l'émotion.**
- ⊙ **S'initier aux deux modalités de l'attention, le mode focus et le mode diffus.**
- ⊙ **Identifier comment le niveau et la qualité de l'attention varient avec le niveau de stress auquel le cerveau est soumis.**
- ⊙ **Apprendre à reconnaître et à réguler les sources de distraction de l'apprenant pour en diminuer l'impact sur l'apprentissage.**
- ⊙ **Appréhender comment le circuit neuronal de l'attention peut être renforcé grâce à un training spécifique.**
- ⊙ **Identifier le double défi du professionnel de la formation à l'ère digitale : capter l'attention des apprenants et préserver sa propre capacité d'attention.**

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nic
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

« Une abondance d'informations crée une rareté d'attention et le besoin de répartir efficacement cette attention parmi la surabondance des sources d'informations qui peuvent la consommer. » Herbert Simon [1]

L'attention est une ressource mentale largement sous-estimée malgré son influence capitale sur l'apprentissage. Son rôle dans la performance et le bien-être sont pourtant bien démontrés. Plus préoccupant, scientifiques et sociologues commencent à nous alerter sur la menace que représente l'évolution de notre environnement pour l'attention. L'ère digitale si féconde en opportunités a aussi sa part d'ombre. Notre attention y est sollicitée à un niveau sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Sous l'effet de cette « hyper-sollicitation », elle tend à se dégrader, ce qui pénalise notre productivité et notre bien-être. Ce phénomène est d'autant plus insidieux que nous n'en sommes pas conscients et que nous contribuons involontairement à l'accentuer par nos comportements.

Capter l'attention des apprenants et préserver sa propre attention est le double défi que le professionnel de la formation doit relever. Heureusement, il existe des solutions. Nous verrons que la capacité attentionnelle se préserve à condition de modifier son comportement. Il est même possible de la renforcer par un entraînement adapté.

COMPRENDRE LE RÔLE DE L'ATTENTION

L'attention est une propriété cérébrale complexe dont les sciences cognitives étudient les différents aspects. Sa fonction est double :

- **dégager une conscience du monde qui nous environne** ;
- **réguler volontairement nos pensées et nos sentiments.**

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

L'attention

C'est le processus cognitif et perceptif par lequel le cerveau traite en priorité certains signaux au détriment d'autres. L'attention est un facteur de l'efficience cognitive, qu'il s'agisse de percevoir, de mémoriser ou de résoudre des problèmes.
Elle se caractérise par son intensité, sa sélectivité et son contrôle. L'intensité recouvre l'état d'alerte, la vigilance, et l'attention soutenue qui est la capacité à maintenir sa concentration dans le temps.

La capacité sélective de l'attention nous permet de rester concentré sur notre tâche sans nous laisser distraire par les innombrables informations qui parviennent à chaque instant à notre cerveau.

Sans attention, pas de compréhension, et sans compréhension, pas d'apprentissage.

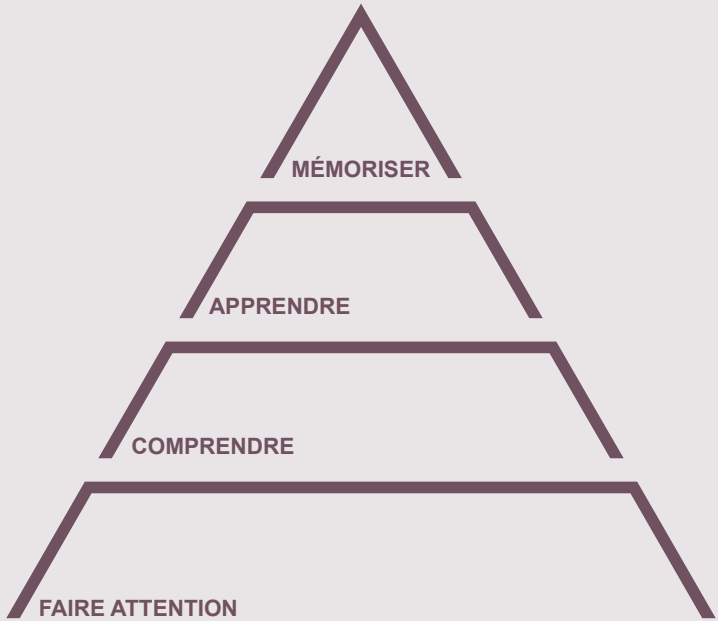
1 Herbert Simon, économiste et sociologue américain spécialiste de la psychologie cognitive et de la rationalité limitée, prix Nobel d'économie 1978.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

EN FORMATION

L'attention est ainsi un prérequis indispensable à l'apprentissage.



La pyramide illustre bien ici les étapes à franchir pour parvenir à la mémorisation effective des apprentissages.
L'attention est la première étape incontournable.

DÉCOUVRIR L'IMPACT DE L'ATTENTION SUR LA PERFORMANCE ET LE BIEN-ÊTRE

La qualité de l'attention retentit directement sur la performance, qu'elle soit de nature intellectuelle, créative ou physique. Elle est aussi au cœur des compétences relationnelles. Qu'il s'agisse de résoudre une équation, de créer un morceau de musique, de monter un échafaudage ou de gérer un conflit, plus l'attention est grande, plus la performance sera élevée. À titre d'exemple, il est démontré que la qualité de l'attention d'un sportif professionnel est prédictive de sa performance pour la saison à venir.

Il est aussi démontré que la qualité de l'attention détermine le degré de bien-être. Ce qui est probablement un bon tour de notre évolution pour nous inciter à rester attentif, ce qui se révèle crucial pour notre survie. Manquer d'attention dans la nature hostile où évoluaient nos ancêtres était rapidement sanctionné par la mort. Aujourd'hui, c'est peut-être sur notre survie professionnelle qu'elle va influer.

Savoir capter et maintenir efficacement l'attention de l'apprenant se présente ainsi comme des compétences clés en formation. En comprendre les mécanismes permet de développer des stratégies pédagogiques adaptées en ce sens.

DÉCODER L'EFFET COCKTAIL-PARTY

Discuter agréablement dans une soirée animée met en œuvre une propriété essentielle de notre attention. C'est l'attention que nous dirigeons sur notre interlocuteur qui nous permet de faire abstraction du bruit et de l'agitation ambiants. Cette capacité à sélectionner l'objet de son attention relève de l'attention sélective. C'est la modalité volontaire de l'attention, encore appelée *attention dirigée*.

Cette attention soutenue est indispensable pour permettre la compréhension. Elle est très coûteuse en énergie et demande un effort d'autant plus important que le sujet traité est complexe.

Cette attention dirigée comme un rayon laser sur son objet est susceptible d'être interrompue à tout moment. Reprenons l'exemple de la soirée animée. Si le serveur fait tomber son plateau avec fracas ou si une personne derrière nous prononce notre nom, notre attention sera immédiatement détournée vers ces nouvelles sources d'intérêt. Dans le premier cas, il s'agit d'un stimuli sensoriel, dans l'autre d'un stimuli émotionnel. L'attraction de ces interférences est irrésistible. C'est la modalité involontaire de l'attention.

Nous allons voir comment capitaliser sur les sens et l'émotion pour faciliter l'attention des apprenants.

SOLLICITER LES SENS POUR FAVORISER L'ATTENTION : COMMENT FAIRE ?

Nous avons vu dans l'exemple de la soirée animée que solliciter les sens attire immédiatement l'attention. Voyons dans un premier temps comment nos sens entrent en compétition les uns avec les autres pour capter notre attention.

À chaque instant, sous l'effet des stimuli de l'environnement, des millions de neurones sensoriels s'activent dans notre cerveau. D'innombrables signaux d'ordre visuel, sonore, tactile, olfactif et gustatif nous parviennent. Nous recevons aussi une foule de renseignements en provenance de notre corps. Dans cette immense cacophonie d'informations, seules quelques-unes parviendront à notre conscience. Voyons comment certaines sensations vont réussir à capter notre attention et d'autres non.

Sur le plan sensoriel, l'homme est d'abord un être visuel. Tous les signaux visuels n'ont pas le même impact sur notre attention. L'écrit stimule relativement peu l'attention du fait d'un décodage nécessaire. Un dessin ou une représentation graphique sont plus stimulants car plus directement « parlants » pour le cerveau.

Une autre particularité du cerveau est la multiplicité de ses unités très spécialisées. L'écriture, par exemple, n'est pas traitée au même endroit que les images. Si l'on associe une image et un mot, cela stimule deux zones différentes du cerveau, ce qui renforce le niveau de stimulation.

L'introduction d'un mouvement est encore plus efficace pour attirer notre attention. Et si l'on ajoute du son à une image en mouvement, cela lui confère un caractère presque « hypnotique ». La part de loisirs consacrée à la télévision et aux jeux vidéo témoigne du caractère hautement attractif

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

de l'association image en mouvement et son. Notre attention est alors fortement sollicitée sans nécessiter d'effort de notre part. C'est une capture passive, contrairement à la lecture seule, qui nécessite l'effort de diriger activement notre attention.

De plus, la stimulation des sens est synergique. Plus il y a de sens différents stimulés, plus ils sont activés et performants. C'est pour cela que, quand on voit, on entend mieux et inversement (chez le sujet normal). La tentative de cinéma en « odorama » dans les années 1990 cherchait à enrichir l'expérience sensorielle du spectateur pour mieux le captiver. Restée sans suite, cette idée était pertinente du point de vue du cerveau.

Nous verrons au chapitre 5 sur la mémoire que stimuler plusieurs sens profite également à la mémorisation.

L'ère digitale nous facilite la vie pour capter l'attention par des animations visuelles et sonores. Mais comment solliciter les autres sens ?

Ici, une autre propriété du cerveau nous est utile. Si vous faites l'expérience de vous imaginer croquer dans un citron juteux, votre bouche se remplira presque instantanément de salive. Que s'est-il passé ? Votre imagination a leurré votre cerveau. L'imagerie cérébrale révèle qu'imaginer une action ou la mener réellement active les mêmes circuits de neurones. C'est pour cela que dans l'expérience précédente, vos glandes salivaires se sont activées de la même manière qu'au contact du jus acide du citron.

EN FORMATION ET DIGITAL LEARNING

Stimuler les sens demande un peu de créativité, mais tout pédagogue a bien souvent conscience de ce nécessaire besoin de faire varier les activités pédagogiques. Nous savons désormais que, du point de vue de l'impact sur l'attention et donc la mémorisation, c'est essentiel.

Voici quelques leviers sur lesquels vous pourrez vous appuyer en termes de technique pédagogique :

- miser en priorité sur le visuel ;
- associer mot-clé et image/dessin/schéma ;
- mettre du mouvement : illusions, animations, vidéos ;
- varier le son : moduler sa voix, changer de voix (vidéo), utiliser des bruitages ;
- mettre le corps des apprenants en mouvement (jeux de rôle, simulation…) ;
- faire manipuler, goûter, sentir… dans la réalité ou par l'imagination.

Le développement du multimédia prend ici tout son sens du point de vue de son impact sur le cerveau, et on comprend mieux l'engouement pour l'approche des *serious games*, ces jeux vidéo qui ont pour but de dispenser des apprentissages*. Ceux-ci devraient en effet – s'ils sont bien faits – mettre en œuvre tous les leviers de captation et de sollicitation de l'attention, en évitant une débauche d'effets gratuits et finalement contre-productifs. Car une précaution importante s'impose : ces effets pour capter l'attention doivent être utilisés avec pertinence et pondération. Sous prétexte de capter l'attention, il ne s'agit pas de la « sursolliciter » par des effets sensoriels gratuits ou trop nombreux. Nous verrons plus loin que notre attention souffre actuellement d'un excès de stimulation.

* Un *serious game* est un dispositif d'automation de type e-elarning qui s'appuie sur les ressorts du jeu vidéo tant dans sa sophistication graphique (3D, 3D temps réel…) que dans son scénario. Il s'appuie sur la gamification de la formation (quête, challenge, mission à accomplir, le storytelling…).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Les émotions ont pour fonction de nous indiquer qu'il se passe quelque chose d'important pour nous. Ce qui a pour effet de mobiliser immédiatement notre attention et nous incite à réagir de façon adaptée. La racine latine du mot « émotion », *movere*, signifie « mouvoir ». C'est la même que celle de « motiver ». L'émotion met en mouvement et détermine la motivation. Son *leitmotiv* est particulièrement simple : nous pousser à reproduire ce qui est agréable et éviter ce qui est désagréable.

Mais si toutes les émotions captent l'attention, elles n'ont pas toutes le même effet sur l'apprentissage. Certaines s'y montrent propices alors que d'autres se révèlent franchement délétères, comme nous le verrons plus loin. Celles qui nous intéressent ici sont de nature agréable.

Susciter une émotion vers la dixième minute d'un exposé permet d'accrocher l'attention avant qu'elle ne risque de retomber. Si elle est en plus agréable, l'envie de la renouveler va générer de la motivation à suivre. Il suffira alors de répartir judicieusement quelques moments supplémentaires d'émotions pour faciliter un niveau élevé d'attention pendant tout l'exposé. Avant de passer aux outils qui vont nous y aider, voyons comment susciter des émotions adaptées vient en aide aux professionnels de l'information dès la première minute.

Émotion : découvrir que tout est au commencement

En matière d'émotions, tout se joue au départ de l'interaction. Dès les premières secondes, notre cerveau produit un jugement favorable ou non vis-à-vis de la personne qu'il rencontre pour la première fois. Il sera ensuite très difficile de modifier cette première impression. C'est pourquoi la qualité de la relation établie dès le début par le professionnel se montre déterminante pour la suite des événements. Un climat émotionnel favorable à l'apprentissage s'instaure dès les premiers instants. La priorité est d'établir le lien et de créer une alliance. Comment s'y prendre ?

Deux clés en ce sens :

⊙ **le contact visuel** (ou son absence) est la première source d'émotion en présentiel ;

⊙ **la qualité de l'attention** dirigée vers l'autre détermine celle que celui-ci manifestera en retour.

Le comportement du professionnel de la formation est modélisant à tous les niveaux pour les apprenants. L'apprentissage est d'abord mimétique (voir le rôle des neurones miroirs dans le chapitre 3). Le meilleur moyen de capter l'attention de l'apprenant est de commencer par lui donner la nôtre. Nous avons tous déjà expérimenté cette réciprocité. Dans un lieu public, par exemple, il suffit qu'un inconnu nous porte attention pour que notre attention en soit immédiatement alertée. De même que le moyen le plus sûr d'obtenir l'écoute de l'autre est de lui prêter d'abord la nôtre.

Un temps de qualité consacré à faire connaissance en début de formation est un investissement particulièrement rentable pour l'attention. Un contact visuel de quelques secondes avec chacun des apprenants envoie un message émotionnel fort même s'il n'est pas conscient. Toute démonstration d'écoute réelle aura cet impact positif.

Une fois le climat favorable instauré, de multiples outils sont à notre disposition pour créer l'émotion tout au long du parcours de formation. Nous verrons qu'il est important de rythmer la formation en tenant compte des oscillations naturelles de l'attention. Nous passerons ensuite en revue les outils à notre disposition pour faciliter l'attention.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

EN FORMATION ET DIGITAL LEARNING

Le formateur se doit d'avoir conscience de l'importance de ces premières minutes de prise de contact avec son groupe. Cela se passe dès l'accueil des individus puis face au groupe. Force est de constater que, bien souvent, cette phase est en partie ratée. Concentré sur le dernier réglage de ses diapositives, sur le branchement de son micro ou encore les dernières photocopies de documents à distribuer, le formateur rate cette opportunité première. Rappelez-vous : « On n'a pas deux fois la chance de faire une bonne première impression. »

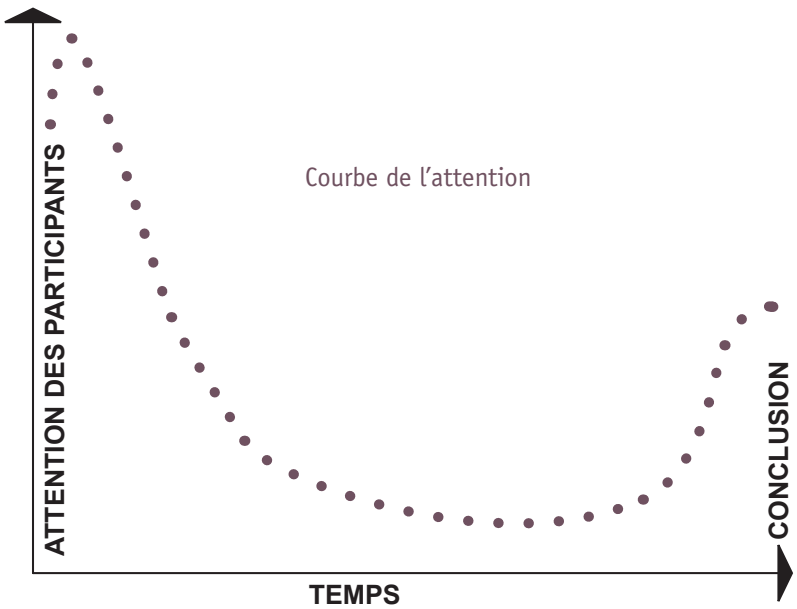
Du point de vue du Digital Learning, et notamment lorsqu'on accède à des approches en autoformation sur des ressources scénarisées, on voit la difficulté à réussir l'accueil. Mais c'est tout aussi déterminant que le contact physique avec l'animateur. Qualité de l'interface, simplicité, ergonomie, design, clarté des consignes, exposé des objectifs, usage des médias sont autant de leviers pour réussir la « prise de contact » et développer l'attention pour aller plus loin.

Donner du rythme : la dixième minute fatidique

Le cours magistral classique (ou la présentation typique en entreprise) se présente sous la forme suivante (bien sûr, nous forçons le trait ici) :

- **sur le plan visuel,** un Powerpoint chargé de texte ;
- **sur le plan auditif,** une voix en mode lecture, régulière voire monocorde ;
- **sur le plan émotionnel,** l'humeur se veut sérieuse et les émotions sous contrôle.

Un tel déroulé, peu stimulant, entraîne une chute de l'attention vers la dixième minute d'écoute. Voici la courbe qu'elle décrit :



Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

En effet, lorsque le cours débute, l'attention monte pendant les premières minutes pour atteindre un sommet vers la dixième minute (c'est encore plus court pour les générations Y et Z). Si rien de particulier ne se passe à ce moment-là, l'attention va rapidement retomber à un niveau bas. L'esprit se met à vagabonder, l'ennui ou la rêverie s'installe. On se surprend alors à être ailleurs, complètement déconnecté du moment présent. Cet état se prolonge en plateau jusqu'à quelques minutes avant la fin. L'attention se réveille au moment des conclusions.

Comment éviter ce décrochage fatal pour l'apprentissage ? Comment maintenir l'attention tout au long de la session de formation ?

C'est là qu'interviennent les émotions. Nous allons voir comment il est possible de les mettre facilement en musique en privilégiant certains outils.

EN DIGITAL LEARNING

Cette avancée sur la capacité d'attention et son rythme de dix minutes vient modifier assez profondément les croyances en matière d'e-learning. Il y a encore peu de temps, les professionnels estimaient que la durée idéale d'une séquence devait être de vingt minutes environ. On voit ici que si l'on peut respecter cette durée théorique, il faut varier les techniques pédagogiques a minima toutes les dix minutes, voire plus désormais.
Pour les animateurs de classe virtuelle, avoir cet indicateur en tête est crucial afin d'éviter le décrochage de leurs participants à distance.

Le fait que l'attention commence à baisser au bout de dix minutes ne nécessite pas de zapper complètement sur autre chose. Créer une rupture peut suffire. Par exemple :

- **prolonger le propos** par un mini-film de témoignage ;
- **raconter une anecdote ;**
- **faire un trait d'esprit ;**
- **poser une question décalée mais pertinente ;**
- **projeter une image choc ;**
- **présenter un mini-quiz.**

DOPER LE DUO SENSATIONS-ÉMOTIONS : CINQ OUTILS CLÉS

- **Raconter une histoire :** le story-telling est particulièrement efficace pour embarquer l'attention. Le sens apporté est générateur d'émotions. Il suffit d'une anecdote pertinente pour apporter ce relief. Si l'on veut aller plus loin dans l'utilisation de cet outil, le fil rouge de la formation peut être entièrement construit sur ce modèle narratif (voir chapitre 6 sur les émotions). L'intrigue génère alors un effet de tension particulièrement propice à une attention soutenue.
- **Proposer un jeu :** le jeu est un des moyens les plus écologiques d'apprendre pour le cerveau, y compris chez l'adulte. Ce n'est pas par hasard que les petits de mammifères ont en commun de jouer pendant la phase de leur évolution où ils apprennent le plus. Les sens et les émotions sont particulièrement stimulés par le jeu, ce qui canalise l'attention. L'humeur positive facilite l'apprentissage et le plaisir engendré renforce la motivation.

© Groupe Eyrolles

- **Programmer des ruptures :** les ruptures de rythme, de ton ou de style accrochent l'attention. Notre cerveau réagit à ces changements de registre par une attention accrue. Ils combattent efficacement l'effet de ronronnement et le lâcher-prise qui l'accompagne lorsque nous nous laissons bercer par un mouvement régulier.
- **Créer des effets de surprise :** l'effet de surprise démultiplie l'impact d'une information. Tout événement inattendu excite l'attention et produit de l'émotion. Le cerveau réagit fortement à l'imprévu et à la nouveauté.
- **Donner une énigme à résoudre :** notre attention est particulièrement stimulée par la résolution de problèmes. Le cerveau anticipe le plaisir qu'il aura à trouver la solution, ce qui suffit à activer le circuit de la récompense. Il se met immédiatement à produire de la dopamine, hormone du plaisir (voir chapitre 6 sur la motivation).

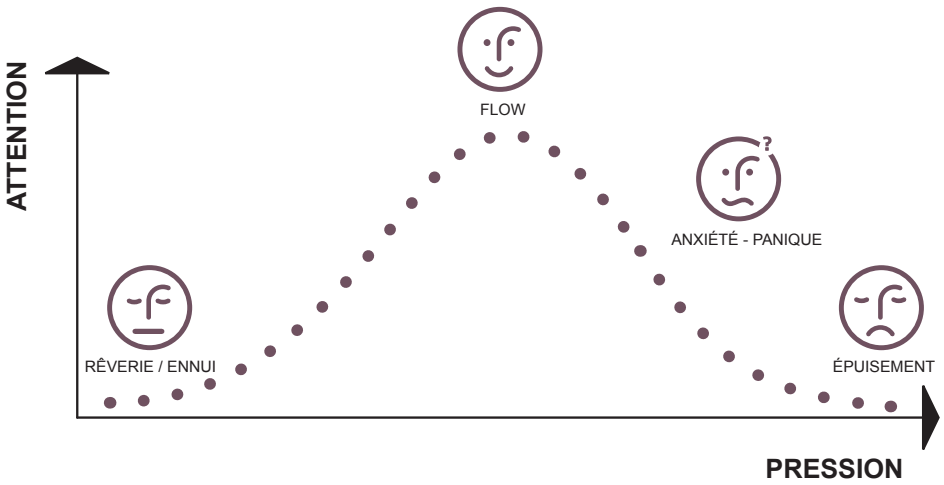
Vous aurez sans doute reconnu là un certain nombre de stratégies utilisées par les publicitaires. Le marketing capitalise depuis longtemps sur les sens et l'émotion pour capter l'attention. Il serait dommage que la formation ne capitalise pas sur ce potentiel.

TROUVER LE BON NIVEAU DE PRESSION POUR FACILITER L'ATTENTION

Il existe un lien direct entre le niveau de pression appliqué (le « challenge ») et la qualité de l'attention. Il s'agit du niveau de stress auquel il faut soumettre le cerveau pour qu'il consacre toute son attention à la tâche en cours.

Nous voyons sur la courbe ci-dessous qu'un certain niveau de pression/stress va être nécessaire pour faciliter l'attention. La courbe de l'attention en fonction de la pression décrit une forme de cloche.

Courbe pression / attention



Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Trois états se distinguent, de gauche à droite, en fonction du niveau de pression.

- **Ennui/rêverie :** quand la pression est basse, par exemple pour réaliser une tâche facile ou sans intérêt, le niveau d'attention est bas. L'humeur est à l'ennui ou à la rêverie. C'est le mode par défaut du cerveau. D'une façon générale, dès que nous relâchons notre attention, cet état s'installe automatiquement. C'est le mode « économie d'énergie » du cerveau.
- **Attention fluide du *flow* :** si la pression monte, par exemple pour réaliser une tâche complexe à exécuter rapidement, l'attention monte aussi jusqu'à atteindre son point culminant où la performance atteint son maximum. L'humeur est alors très positive. Un sentiment intense d'accomplissement se manifeste. C'est l'état si bénéfique de *flow*, terme américain qui désigne l'état de fluidité et de bien-être qui accompagne le niveau le plus élevé de l'attention et de la performance.
- **État d'alerte :** si la pression continue de monter et que la difficulté de la tâche à réaliser nous semble dépasser nos capacités, c'est l'état d'alerte. La performance diminue, l'humeur devient anxieuse et l'agitation s'installe. Elle peut se détériorer jusqu'à un état de panique. La peur prend alors toute l'attention en otage. Toute l'énergie est mobilisée pour gérer la peur et il devient impossible de traiter la tâche en question. La dernière étape se caractérise par un état d'épuisement total, c'est le fameux « burn out ».

On voit clairement sur cette courbe qu'un certain niveau de pression engendre le niveau d'attention optimal. Le niveau d'attention monte avec la pression jusqu'à un certain point seulement. Au-delà de ce seuil, l'effet bascule, l'attention baisse, la performance se dégrade et le mal-être s'installe rapidement.

Il est important de comprendre que ces trois états de l'attention sont utiles quand ils interviennent au bon moment.

Repérer le point de bascule de la courbe de stress chez les apprenants revient à identifier le niveau idéal de pression pour mobiliser leur l'attention. La difficulté vient de ce qu'il varie d'un individu à l'autre. Un niveau de pression optimale pour l'un peut être trop élevé ou insuffisant pour l'autre. Ce niveau est également susceptible de varier chez la même personne au fil du temps. Compte tenu de ces variations, comment se repérer face à un groupe ?

Un bon indicateur du niveau de pression est l'humeur manifestée. Un apprenant chez lequel vous observez des moments d'absence ou de rêverie fréquents peut manquer de pression. Lui donner un exercice chronométré, par exemple, ajoute de la pression et réveille l'attention. Un apprenant concentré et joyeux est probablement dans sa zone de pression optimale. Un début d'agitation et une humeur anxieuse chez un autre peuvent témoigner d'un excès de pression. Ce dernier état est particulièrement pénalisant pour l'apprentissage, comme nous le verrons plus loin.

Après avoir vu que l'attention peut fluctuer en intensité en fonction du niveau de pression exercé, nous allons voir qu'elle peut aussi varier en qualité.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

EN FORMATION

On voit bien qu'en présentiel, la capacité du formateur à être à l'écoute et à l'observation des individus et de son groupe est fondamentale. Cette prise de recul et ce degré de conscience de la pression exercée et de ses effets sont clés.
Cela suppose une très bonne maîtrise du formateur, qui doit arriver à adapter en temps réel son discours et ses techniques d'animation selon sa perception.
C'est le deuxième défi de l'attention pour le formateur : après avoir mis en place les leviers pour renforcer celle de ses stagiaires ou apprenants, il doit travailler sur sa propre capacité d'attention.

DÉCOUVRIR LE MODE FOCUS ET LE MODE DIFFUS

Selon la tâche à remplir, l'attention peut prendre deux formes :

⊙ **celle d'un faisceau étroit** éclairant avec précision une surface restreinte. C'est le *mode focus* ;

⊙ **celle d'un faisceau très large** éclairant avec imprécision une surface large. C'est le *mode diffus*.

Le mode focus est utilisé quand on cherche à résoudre un problème, à rédiger un rapport ou à exécuter parfaitement un mouvement complexe. Un effort conscient est fourni pour obtenir et maintenir ce niveau de concentration. Il fait appel au contrôle cognitif que nous reverrons un peu plus loin. La région du cerveau sollicitée est le cortex préfrontal.

Le mode diffus se met en place dès que nous cessons de réfléchir. Il laisse notre esprit vagabonder librement. Il ne requiert aucun effort de notre part. Notre attention « flotte » passivement. C'est le mode par défaut du cerveau, beaucoup plus économe en énergie. Les ressources non conscientes de notre cerveau sont alors à l'œuvre. Elles recherchent des liens potentiels entre les informations nouvelles et celles qui sont déjà stockées dans le cerveau. Les liens les plus improbables peuvent alors s'établir. C'est ce qui nous permet :

⊙ **une vision globale** ;

⊙ **des rapprochements analogiques,** source de créativité.

Le mode diffus active plusieurs régions du cerveau.

Les deux modes fonctionnent en mode alternatif. Ils sont tous les deux indispensables à l'apprentissage. Ils se complètent et se renforcent mutuellement. Or, le mode focus est souvent le seul mode valorisé en matière d'apprentissage. Le chemin étroit qu'il emprunte est incompatible avec la créativité. Utiliser les deux modes de façon stratégique permet une mobilisation optimale des ressources. Mais si nous savons tous mobiliser le mode focus, nous n'avons pas appris à utiliser le mode diffus.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

Mode par défaut du cerveau, le mode diffus

Le réseau du mode par défaut regroupe les régions cérébrales actives lorsqu'un individu n'est pas focalisé sur une tâche. Lors de la réalisation d'une tâche, il se désactive, et un autre réseau s'active : le réseau de tâches positives.

Le réseau du mode par défaut impliquerait la partie médiane du lobe préfrontal et temporal et le cortex cingulaire postérieur, le précunéus et d'autres régions avoisinantes du cortex pariétal. Ce mode est actif dans les situations telles que le repos éveillé et les périodes d'introspection.

FACILITER LA CRÉATIVITÉ PAR LE MODE DIFFUS

Le mode diffus procède d'un mouvement de lâcher-prise cognitif. Paradoxalement, arrêter de penser ne relève pas de la volonté mais de son contraire. C'est lorsqu'on abandonne toute idée de contrôle que le mode par défaut du cerveau se met spontanément en place. Cet état correspond à celui auquel on se livre dans les moments de rêverie. Nous avons vu avec la courbe de l'attention que toutes les modalités attentionnelles ont leur utilité. Cette courbe nous montre bien que l'état rêverie/ennui s'obtient lorsque la pression exercée sur l'attention est basse. Comment la susciter en pratique ?

Tout ce qui nous ramène vers nos sensations corporelles dans l'instant présent permet d'y accéder. Pour cela, il suffit de se mettre à l'écoute de ses sensations, de prendre conscience de son corps ou de le mobiliser (un exercice de relaxation ou de respiration par exemple).

Idéalement, après chaque période de mode focus, un intermède sur le mode diffus sera proposé. Quelques minutes suffisent pour un double impact :

⊙ **soulager l'effort d'attention ;**

⊙ **mobiliser les capacités** non conscientes de résolution de problème et la créativité.

Nous verrons au chapitre 5 sur la mémoire que ces pauses en mode par défaut du cerveau ont encore bien d'autres avantages, en particulier faciliter la mémorisation.

MULTIPLIER LES MOMENTS « EURÊKA ! »

Nous connaissons tous ces moments jubilatoires où l'évidence s'impose subitement à la conscience. Avez-vous remarqué que ces subites illuminations à l'origine du fameux « eurêka ! » se produisent rarement pendant le temps de travail ? Lorsque la solution jaillit comme par magie, c'est souvent dans la nature, sous la douche ou encore au réveil. À quoi cela tient-il ? Là encore intervient le mode par défaut du cerveau.

Lorsque nous butons sur un problème et que nous l'abandonnons temporairement, le cerveau, lui, continue de rechercher activement la solution. C'est un processus non conscient. Il ne réclame de notre part aucun effort. Ce phénomène a été démontré grâce à l'imagerie cérébrale. Ce qui est intéressant, c'est que ce passage en mode « résolution non consciente » va augmenter les chances de trouver la solution.

© Groupe Eyrolles

Le passage d'une activité mentale à une activité corporelle est particulièrement bénéfique pour la compréhension. Il a été démontré que les étudiants pratiquant une activité sportive obtenaient de meilleurs résultats aux examens, malgré le temps soustrait aux révisions, que ceux qui ne faisaient que réviser.

Un célèbre génie américain des mathématiques explique dans une interview que, quand il n'arrive pas à résoudre un problème mathématique, il arrête d'y penser pendant quelques minutes. Pour faciliter ce décrochage mental, il joue à la balle sur le mur de son bureau.

EN FORMATION

Nous verrons plus loin que des moments de récupération fréquents sont indispensables pour préserver son attention. Les pauses ménagées peuvent être mises à profit pour proposer une activité corporelle ludique.
Au-delà de la récupération mentale, la mise en mouvement du corps et l'effet positif sur l'humeur apporteront leur double bénéfice sur le corps et la cognition.

COMPRENDRE LE RÔLE DU CONTRÔLE COGNITIF

Le contrôle volontaire que nous exerçons pour diriger notre attention est appelé *contrôle cognitif*. Le circuit de neurones qui lui est alloué sert à :

- **rester concentré sur une tâche ;**
- **prendre des décisions ;**
- **résister à une impulsion ;**
- **réguler une émotion forte ;**
- **maintenir en mémoire les informations** dont nous avons besoin le temps de les utiliser (mémoire de travail).

Le contrôle cognitif est très coûteux en énergie car il mobilise notre volonté. Il puise dans une réserve limitée.

L'effort à fournir ne peut être soutenu que sur une durée limitée. Un adulte peut conserver un niveau d'attention élevé et continu pendant vingt minutes en moyenne. Si le sujet traité ou la tâche est très complexe, c'est encore plus court : dix minutes environ. Au-delà, la surcharge cognitive se manifeste et l'attention baisse. Un effort de plus en plus grand est nécessaire pour poursuivre alors que la performance cognitive diminue.

Au cours d'une journée de travail, nous sollicitons constamment cette précieuse réserve. Elle s'épuise progressivement au cours de la journée. C'est pour cela qu'au fil des heures, il est de plus en plus difficile non seulement de se concentrer, mais aussi de résister aux tentations ou de réguler ses émotions.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

Charge cognitive

Le nombre d'éléments présents en mémoire de travail, qui a pour fonction le stockage temporaire d'informations et leur traitement, s'appelle la charge cognitive : plus elle est élevée, plus la tâche ou le concept abordé est difficile. L'empan mnésique désigne sa capacité, c'est le nombre d'éléments (en général des chiffres) que l'on peut restituer immédiatement après les avoir entendus. Il est de 7 +/– 2 éléments. Cowan (2001) a trouvé que l'empan mnésique a en fait une capacité de 4 +/– 1 regroupements (voir chapitre 5 sur la mémoire).

Surcharge cognitive

Comme la mémoire de travail est limitée, il est nécessaire que les informations utiles à l'accomplissement d'une tâche puissent rentrer dans les limites de la mémoire de travail. Si un trop grand nombre d'informations demande à être traité simultanément, la charge cognitive est alors trop élevée : la mémoire de travail subit une surcharge, ce qui entraîne l'échec de la tâche ou une mauvaise mémorisation. Dans ces conditions, l'apprentissage est perturbé.

Contrôle cognitif

Le contrôle cognitif (CC) est la capacité à réagir à des stimuli en fonction du contexte présent, d'indices passés, de nos buts internes. Le CC et l'apprentissage entretiennent des liens profonds et réciproques. Ils sont indissociablement liés dans la flexibilité qui caractérise la fonction exécutive préfrontale humaine (voir chapitre 3 sur le cerveau).

PRÉSERVER ACTIVEMENT L'ATTENTION

Nous allons maintenant voir pourquoi et comment il est dans notre intérêt d'entretenir notre capacité d'attention.

POURQUOI ?

Nous avons vu que le type d'attention qu'il faut mobiliser pour apprendre est particulièrement coûteux en énergie pour le cerveau. Or, depuis quelques années, cette aptitude cérébrale, déterminante pour l'apprentissage et la réussite, se trouve de plus en plus sollicitée.

Notre environnement professionnel et social s'est profondément transformé. L'ère digitale nous donne accès à une information dont la masse ne cesse d'augmenter. À titre d'exemple, un cadre produit et reçoit dix fois plus d'informations qu'il y a dix ans. La tendance se poursuit avec une progression annuelle de 10 %. Le nombre de nos relations professionnelles et personnelles a explosé avec la montée en puissance des réseaux sociaux. L'accélération du temps tente vainement de compenser l'augmentation de volume des informations que nous sommes sommés de traiter.

Multitasking et zapping incessants sont devenus la norme. À chaque *switch*, une déperdition de temps et d'énergie est observée. La perte d'efficacité engendrée par ces pratiques est largement démontrée. Non seulement le temps d'exécution de chaque tâche est rallongé mais le risque

© Groupe Eyrolles

d'erreur augmente. La précieuse réserve d'énergie cognitive est surconsommée inutilement et notre bien-être en pâtit en proportion. Ces comportements sont d'autant plus pernicieux qu'ils nous donnent une illusion de performance alors que c'est en réalité l'inverse.

À ces nouveaux comportements s'ajoute le bruit de fond grandissant des informations qui nous parviennent souvent malgré nous. Cette cacophonie en toile de fond nous impose de déployer de plus en plus d'énergie pour capter l'attention de l'autre. Un cercle vicieux s'installe, un peu comme dans une soirée où le bruit ambiant augmente au point d'obliger les convives à élever la voix pour se faire entendre, ce qui ne fait qu'aggraver la situation.

Selon la loi de l'interaction permanente entre le cerveau et l'environnement, ces changements se répercutent sur notre fonctionnement cérébral. En l'espace de quelques années, il a dû s'adapter à cette avalanche brutale d'informations. C'est une situation sans précédent dans l'histoire de l'humanité. Le cerveau des natifs du numérique révèle déjà des modifications significatives dans son fonctionnement. Il a gagné en vitesse et en automatisme au détriment du raisonnement et du contrôle des pulsions. Or, ces deux dernières aptitudes sont étroitement liées à la capacité d'attention.

Le plaisir généré par les activités gratifiantes sur écran est à l'origine de la compulsion à s'y adonner. Pas facile de se décoller de l'écran quand chaque clic ou presque nous envoie un jet de dopamine dans le cerveau, activant ainsi excessivement le circuit de la récompense. C'est comme cela que l'on devient « accros » à Candy Crush… De même qu'une suralimentation détériore la santé, ingurgiter trop d'informations est nuisible.

Heureusement, face à cette menace préoccupante de l'« infobésité » pour la qualité de notre attention, nous allons voir qu'il existe des marges de manœuvre.

COMMENT ?

Nous avons vu que la qualité de notre attention se détériore en proportion de la masse d'informations à traiter. Cependant, nous ne sommes pas tous égaux en matière d'attention. À quoi tiennent ces différences ?

Les aptitudes en matière d'attention varient en fonction de trois facteurs.

- **Le patrimoine génétique :** nous présentons dès le départ une prédisposition plus ou moins grande à canaliser notre attention.
- **L'âge :** chez l'adulte la capacité d'attention diminue progressivement avec le vieillissement.
- **L'entraînement :** l'éducation, la culture et le mode de vie font évoluer dans de grandes proportions les aptitudes initiales.

Si les deux premiers échappent à notre contrôle, le troisième dépend de nous. Bonne nouvelle : c'est le plus déterminant !

Chez une même personne, il se présente aussi des variations d'un jour à l'autre. L'état de fatigue, le moral et la motivation, entre autres, ont un impact sur l'attention.

Nous allons maintenant voir comment préserver et renforcer son attention.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

RENFORCER SA RÉSISTANCE ATTENTIONNELLE

Prendre la décision de préserver son attention est un choix radical. Elle amène à lutter contre une tendance croissante à l'agitation dont la contagiosité est forte. Elle suppose d'apprendre à repérer les intrus de l'attention pour mieux y résister, et à renforcer sa capacité attentionnelle par un entraînement adapté.

Repérer les intrus de l'attention

Apprendre à identifier les prédateurs de notre attention permet de mieux les combattre.

Multitasking et zapping, nous l'avons vu, nuisent gravement à la productivité et au bien-être. En prendre conscience n'est pas simple car ils engendrent un sentiment erroné d'efficacité qui incite à les perpétuer. Il suffit de s'observer sur une journée pour réaliser que ce comportement est souvent auto-induit. Prendre conscience de sa propre responsabilité dans la fréquence des *switch* ouvre une marge de régulation importante.

D'une façon générale, comme nous l'avons vu dans l'effet cocktail-party, les intrus de l'attention sont de deux ordres :

- **sensoriel ;**
- **émotionnel.**

Nous avons vu plus haut comment les utiliser à notre profit pour capter l'attention. Nous allons voir ici comment mieux nous prémunir de ces sollicitations lorsqu'elles sont indésirables. Nous allons les classer selon leur source externe ou interne à l'individu.

- **les distracteurs sensoriels externes** (bruit excessif, lumière inadéquate, odeurs importunes, température inadaptée…) ;
- **les premiers distracteurs internes** sont sensoriels. Ils témoignent de besoins physiologiques non satisfaits. Nous recevons en permanence quantité d'informations en provenance de notre corps. Le manque de sommeil, la faim, la soif, ou toute autre source d'inconfort corporel, viennent court-circuiter l'attention. Celle-ci est monopolisée tant que les besoins signalés ne sont pas satisfaits ;
- **les seconds distracteurs internes** sont de nature émotionnelle. La peur dans tous ses registres et l'excès chronique de stress consument littéralement notre attention. Du souci irritant au grand coup de panique, notre attention est détournée aussi longtemps qu'ils occupent le terrain.

Les distracteurs sensoriels usent l'attention même lorsqu'on s'y habitue. Le bruit familier dont on réussit à faire abstraction à la longue fatigue le cerveau même quand la gêne est complètement occultée.

Les distracteurs émotionnels sont les plus puissants. Ils vont en grande partie conditionner l'état de notre attention. De nos jours, l'ennemi numéro un de l'attention est le stress chronique. Notre cerveau est ainsi fait qu'en cas de menace, l'heure n'est plus à l'apprentissage. Toute notre attention et notre énergie se mobilisent pour affronter la menace réelle ou imaginée. La principale source de stress chronique relève de la peur sociale. C'est la peur d'être exposé au regard des autres, d'être jugé, d'être ridiculisé, d'être humilié… Contrairement à ce que l'on a longtemps cru, peur et apprentissage ne font pas bon ménage.

Que faire en pratique ? Trois axes d'intervention se complètent :

- **réduire le plus possible** le *multitasking* et le zapping ;

© Groupe Eyrolles

⊙ **lutter contre la pollution sensorielle,** en particulier visuelle et sonore ;
⊙ **réguler le stress et les émotions.**

EN PRATIQUE

- Expliquer aux apprenants l'impact délétère du *multitasking* et du zapping sur la performance et le bien-être. Insister sur la perception contre-intuitive qu'ils génèrent pour aider à dépasser leurs croyances sur ce sujet. Inviter les apprenants à ne consulter leurs messageries que pendant les temps de pause dont les horaires seront précisés.
- Limiter le zapping au sein de la formation en résistant à la tentation (ou à la pression) de proposer un trop grand nombre de thématiques au cours de la session de formation. Nous verrons au chapitre consacré à la mémoire que traiter trop de sujets à la fois nuit en outre à une bonne mémorisation.
- Limiter les sources de pollution sensorielle externe en veillant au confort physique des apprenants : température, lumière, bruit…
- Proposer des pauses sensorielles : fermer simplement les yeux une minute aide à clarifier les idées et se révèle particulièrement bénéfique en cas de travail prolongé sur écran.
- Aménager des temps de travail en silence : les exercices centrés sur la respiration effectués les yeux fermés et en silence présentent en plus l'avantage d'aider à réguler le stress.
- Limiter les sources de distraction sensorielle interne en favorisant le respect des besoins physiologiques : en-cas pour prévenir l'hypoglycémie, repas équilibré (ni trop, ni trop peu), temps de récupération suffisants, mise en mouvement du corps…
- Limiter les sources d'émotions négatives et de stress excessif : instaurer un climat bienveillant favorisant la confiance et la détente.
- Poser un cadre clair et recadrer aussi souvent que nécessaire.
- Rester vigilant sur certaines pratiques pédagogiques par ailleurs très efficaces mais susceptibles de générer de l'anxiété comme les jeux de rôle.
- Programmer à titre systématique des sas de décompression sous forme d'exercices ou de jeux de quelques minutes pour soulager le stress chronique et favoriser la disponibilité des apprenants. Veiller à réguler son propre stress (voir dans le chapitre 6 la partie dédiée aux émotions négatives et au stress).

Ces démarches, à chaque fois qu'elles sont possibles, se révèlent hautement bénéfiques pour l'attention. Elles se manifestent par davantage de performance et de bien-être dans l'apprentissage. En plus de ces mesures protectrices, il est possible d'entraîner son attention.

Nous allons voir maintenant comment renforcer sa capacité attentionnelle en nous focalisant sur deux points :
⊙ **bien récupérer ;**
⊙ **entraîner son attention.**

Récupérer

Nous avons vu que l'attention dirigée, soutenue, consomme beaucoup d'énergie. Il est important de comprendre qu'elle a besoin de se reposer pour se restaurer. Ces temps de récupération sont aussi importants qu'ils peuvent l'être chez un sportif fournissant un effort physique intense. Des pauses ou des moments de « respiration » (activités plus légères) sont indispensables. Elles seront d'autant plus fréquentes que la tâche est complexe. Si des pauses adéquates ne sont pas

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

programmées, saturation et fatigue s'installent. L'humeur s'en ressent, l'irritabilité se manifeste. L'apprenant risque de décrocher au moment où son attention est la plus nécessaire. Il risque aussi de se décourager.

EN PRATIQUE

Une pause toutes les trente minutes environ est souhaitable si le niveau d'attention requis est soutenu. Elles seront encore plus fréquentes si la matière est particulièrement complexe.

S'entraîner

Au-delà des mesures préventives et palliatives que nous venons de voir, il est possible d'apprendre à renforcer son attention par un training adapté. Les exercices dits « de pleine conscience » vont en ce sens. Il s'agit de pratiques méditatives qui ont été adaptées par le corps médical et scientifique pour être utilisées à profit en dehors de toute pratique religieuse.

Ces pratiques ont fait leurs preuves sur le renforcement des capacités d'apprentissage, notamment dans des environnements scolaires à risque sur le plan de l'attention.

Il est démontré qu'une pratique de dix à quinze minutes par jour suffit à :
- **soulager le stress ;**
- **réguler l'humeur ;**
- **renforcer l'efficacité ;**
- **augmenter le bien-être.**

EN PRATIQUE

- Éduquer les apprenants sur l'importance d'apprendre à gérer leur attention pour gagner en efficacité et en bien-être ;
- insérer dans le programme pédagogique des capsules d'entraînement de l'attention de quelques minutes.

Conclusion : la dispersion de notre attention engendre un tel coût de productivité et de bien-être que la gestion de l'attention commence à émerger comme un enjeu majeur en entreprise. Il faudra vraisemblablement quelques années pour que de nouvelles pratiques se mettent en place. En formation, il est possible d'innover dès maintenant en ce sens.

Le professionnel de la formation est confronté à un double défi :
- **attirer et canaliser l'attention** déjà « sursollicitée » des apprenants ;
- **préserver la qualité de sa propre attention** dans un environnement qui la malmène chaque jour davantage.

Comprendre et utiliser les propriétés cérébrales de l'attention permettent de :
- **sensibiliser les apprenants** sur cet enjeu majeur pour leur réussite et leur bien-être ;
- **faciliter compréhension**, apprentissage et mémorisation ;
- **renforcer la motivation** du professionnel et des apprenants.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

ENRICHIR NOTRE NEUROCHECKLIST

Ce chapitre sur l'attention nous permet de compléter notre Neurochecklist afin d'affiner nos formations en intégrant notre meilleure connaissance des processus cognitifs. Trois axes ont ainsi été développés :

- ⊙ **capter l'attention par les sens et les émotions ;**
- ⊙ **préserver l'attention en régulant le stress et les émotions négatives ;**
- ⊙ **renforcer la capacité attentionnelle par le training.**

Voici quels leviers actionner avec parcimonie et bon escient pour atteindre ces objectifs.

Capter l'attention par les sens et l'émotion

- ⊙ **stimuler tous les sens ;**
- ⊙ **visuel d'abord : mot + image +mouvement ;**
- ⊙ **varier le son ;**
- ⊙ **provoquer des sensations : tactiles, olfactives, gustatives, réelles ou imaginées ;**
- ⊙ **susciter des émotions agréables ;**
- ⊙ **donner toute son attention dès la première minute ;**
- ⊙ **créer l'alliance : regard + écoute ;**
- ⊙ **accrocher à la dixième minute ;**
- ⊙ **provoquer des sensations-émotions, au choix, par :**
  - le story-telling ;
  - les jeux ;
  - les énigmes ;
  - les ruptures de rythme ;
  - les surprises.

Maintenir l'attention en générant la pression optimale

- ⊙ **repérer l'humeur pour ajuster la pression : ni trop, ni trop peu ;**
- ⊙ **cadrer et recadrer pour sécuriser ;**
- ⊙ **réguler le stress en excès par des exercices corps/respiration ;**
- ⊙ **programmer des sas de décompression ;**
- ⊙ **alterner mode focus et mode diffus.**

Préserver et renforcer l'aptitude attentionnelle

- ⊙ **sensibiliser les apprenants ;**
- ⊙ **réduire *multitasking* et zapping ;**
- ⊙ **ménager des pauses sensorielles ;**
- ⊙ **apprendre à réguler son stress et ses émotions ;**
- ⊙ **faire attention au potentiel anxiogène de certains outils pédagogiques ;**
- ⊙ **entraîner son attention.**

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CHAPITRE 5

PAS D'APPRENTISSAGE SANS MÉMORISATION

Objectifs

- Comprendre comment fonctionne la mémoire.
- Identifier les leviers sur lesquels s'appuyer pour renforcer les traces mémorielles.
- Identifier comment aider la mémoire à être plus efficace pour accéder aux informations stockées.
- Comprendre que tout apprentissage suppose un effort pour s'ancrer dans le long terme.
- Éclairer quelques mythes et réalités sur la mémoire.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nic
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Nombreuses sont les formations dont le contenu se déroule sur quelques heures ou quelques jours d'apprentissage et dont le bénéfice retombe comme un soufflet faute d'avoir été consolidé. Cet effet « coup d'épée dans l'eau » nuit à l'image de la formation. Or, ce gâchis est tout à fait évitable, à condition de mettre en place une stratégie pédagogique de consolidation de la mémorisation.

Dans la majorité des cas, la démarche pédagogique développée s'attache à délivrer de l'information et à s'assurer qu'elle est comprise. Il est rare qu'elle intègre les processus qui lui permettront d'être mémorisée par l'apprenant. L'étape de mémorisation active, particulièrement laborieuse, est généralement laissée intégralement et implicitement à la charge de l'apprenant. Comme s'il suffisait de comprendre pour apprendre. Il n'en est rien. La rétention des nouveaux acquis est indispensable à leur utilisation.

Les connaissances scientifiques les plus récentes sur la mémoire fournissent de nombreuses clés pour comprendre la différence entre un apprentissage éphémère et un apprentissage durable. Grâce à la neuro-imagerie, il est désormais possible d'observer les différentes stratégies utilisées par le cerveau pour mémoriser, et d'identifier celles qui fonctionnent le mieux[1]*.*

L'objectif de ce chapitre est de montrer qu'en capitalisant sur les propriétés naturelles du cerveau, il est possible de faciliter l'apprentissage et de le rendre beaucoup plus durable. La manière dont l'information est délivrée et la façon dont on fait travailler l'apprenant font toute la différence. C'est cette marge de manœuvre importante que nous vous proposons d'explorer ici.

DÉCOUVRIR LES SECRETS DE LA MÉMOIRE

La mémoire est d'abord un outil d'anticipation. Elle nous sert à utiliser les événements du passé pour guider nos actions futures. C'est pourquoi nous retenons en priorité ce qui peut nous être utile.

L'éventail de la mémoire s'étend de la conscience la plus basique de notre environnement jusqu'à la mémoire à long terme, en passant par la mémoire à court terme. Le mot « mémoire » est un terme générique qui fait en réalité référence à plusieurs systèmes de mémoire.

Il existe différentes classifications des systèmes de mémoire. Nous avons choisi celle d'Endel Tulving qui, selon Joseph Stordeur, est la plus pertinente en matière de pédagogie. Elle regroupe :

- **la mémoire à court terme** ou mémoire de travail ;
- **les mémoires à long terme.**

LA MÉMOIRE À COURT TERME OU MÉMOIRE DE TRAVAIL

Historiquement nommée *mémoire à court terme*, on parle aujourd'hui plutôt de *mémoire de travail*. Elle permet de maintenir à la conscience les informations dont nous avons simultanément besoin le temps de réaliser une opération mentale comme parler, lire, calculer ou réfléchir. Utilisée dans toutes les tâches cognitives, elle joue un rôle critique dans la compréhension et l'apprentissage.

1 Wagner, 1998.

© Groupe Eyrolles

Elle ne peut stocker qu'une quantité limitée d'informations pendant un temps court, de quelques secondes à quelques minutes.

La mémoire de travail comporte trois structures.

- **La boucle phonologique :** c'est une boucle auditive qui utilise le langage pour répéter les données auditives afin de les maintenir en mémoire (on se répète en boucle un numéro de code le temps de le composer).
- **Le calepin visuo-spatial :** c'est une boucle visuelle qui utilise les images mentales pour faciliter la mémorisation à court terme (par exemple en repérant l'emplacement des chiffres sur le clavier pour mieux retenir son code bancaire).
- **L'administrateur central :** c'est l'arbitre qui sélectionne les actions les plus efficaces en fonction de la tâche à effectuer et qui les coordonne.

On voit ici que les données auditives et visuelles circulent sur deux boucles différentes. Utiliser les deux plutôt qu'une seule favorise la mémoire à court terme. Le formateur qui lit son texte écrit sur sa diapositive générera un effet bien moins puissant sur les apprenants que le formateur qui commente une image projetée : celle-ci vient renforcer le sens avec quelques mots-clés en synthèse.

Nous verrons plus loin que l'on retient mieux quand on multiplie les circuits de mémorisation.

LES MÉMOIRES À LONG TERME

Elles représentent la phase finale de la mémoire dans laquelle le stockage des informations varie de quelques heures à toute la vie.

Les mémoires de représentation

LA MÉMOIRE PERCEPTIVE

C'est la mémoire des éléments perçus par nos sens. Elle permet d'identifier spontanément des perceptions déjà rencontrées, c'est-à-dire les repères familiers. Nous reconnaissons ainsi très vite un visage, un animal ou un objet qui a déjà croisé notre chemin.

LA MÉMOIRE SÉMANTIQUE

C'est la mémoire des connaissances, des significations et des concepts. C'est elle qui donne le sens des informations mémorisées. Elle représente tout ce que nous savons du monde et de nous-mêmes. Elle a besoin de structures pour fonctionner correctement.

LA MÉMOIRE ÉPISODIQUE

C'est la mémoire des événements passés. Elle nous permet de reconstruire les expériences vécues avec les émotions et les sensations qui s'y rattachent comme dans un film. Elle est nécessaire à la construction des souvenirs autobiographiques, et donc à notre identité.

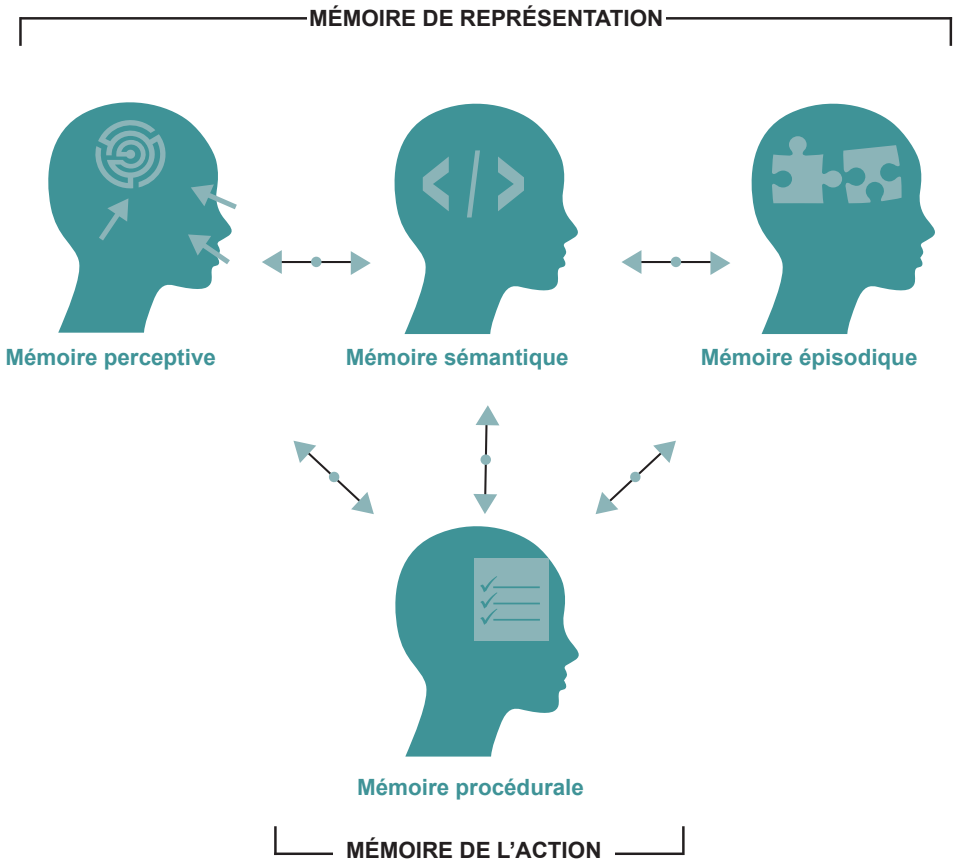
Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

La mémoire de l'action, dite mémoire procédurale

Cette mémoire englobe les habiletés motrices, les savoir-faire et les procédures. C'est elle qui nous permet de faire du vélo ou de structurer une phrase. Elle est généralement inconsciente.

Ces quatre sous-systèmes de la mémoire sont relativement indépendants les uns des autres mais articulés entre eux.

Mémoires à long terme : quatre sous-systèmes et leurs interactions



EN FORMATION

Pour le professionnel de la formation, bien connaître les différents systèmes de mémoire dont nous disposons est un atout. Cela permet de mieux faire le lien entre la façon dont il va enseigner et l'impact de son enseignement dans la durée.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

On peut observer l'association de processus conscients et inconscients, ce qui introduit deux termes nouveaux :

- **la mémoire explicite :** ensemble des souvenirs qui peuvent être retrouvés et exprimés consciemment ;
- **la mémoire implicite :** ensemble des souvenirs qui peuvent être retrouvés mais ne peuvent être exprimés consciemment.

Il est à noter que la mémoire des émotions est parfois présentée séparément. Nos souvenirs les plus marquants sont souvent très chargés émotionnellement (mémoire épisodique). Une expérience vécue une seule fois peut être ainsi gravée à vie dans notre mémoire. La mémoire des émotions est en partie inconsciente. La mémoire émotionnelle datant de l'âge auquel nous n'étions pas capable de parler laisse des traces profondes mais que nous sommes incapables de récupérer par la pensée puisqu'elle n'a pas été formulée avec des mots. Cette mémoire sans mots a un impact fort et à notre insu sur notre comportement.

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

Découvrir les territoires cérébraux de la mémoire

La mémoire ne fait pas appel à un centre spécifique mais à différentes structures réparties en profondeur comme en périphérie du cerveau.

- L'hippocampe : le chef d'orchestre de la mémoire. Situé dans la profondeur du lobe temporal, l'hippocampe joue un rôle majeur dans la mémorisation. Il coordonne l'étape d'encodage du souvenir en distribuant ses différents éléments vers les régions spécialisées pour qu'ils y soient traités (les images dans le cortex visuel, les sons dans le cortex auditif, les émotions dans l'amygdale…). Les neurones ainsi activés dans différentes zones se relient entre eux pour former un réseau selon la loi de Hebb. Il décide ensuite, en fonction de son utilité, de son stockage éventuel à plus long terme. Enfin, il coordonne le rappel du souvenir en récupérant ses différents éléments dans le cortex pour le réassembler. Cette étape, en se répétant, permet la consolidation progressive du souvenir. Lorsque le souvenir est fortement consolidé, l'hippocampe cesse de jouer ce rôle d'intermédiaire.
- L'amygdale : le système d'alerte. Également située dans la profondeur du lobe temporal, elle prolonge l'hippocampe. L'amygdale cérébrale (qui n'a rien à voir avec celles de la gorge) veille sur les émotions et déclenche l'alerte si besoin. En cas d'irruption d'une émotion désagréable, elle réquisitionne la mémoire pour assurer le stockage de cette émotion. Elle bloque le processus d'apprentissage pour ne plus s'occuper que de l'émotion.
- Le cortex cérébral : une large zone de stockage. Il s'agit des aires sensorielles du cortex. Le souvenir y est stocké de manière fragmentée. Le cortex occipital, à l'arrière du cerveau, gère les éléments visuels du souvenir. Le cortex temporal, au-dessus de l'oreille, gère les éléments auditifs, etc. Les éléments du souvenir sont ainsi stockés dans les différents lobes où ils ont été initialement codés.
- Le cortex préfrontal. Il donne l'accès au souvenir et permet l'effort de remémoration. La mémoire de travail sollicite en permanence le cortex préfrontal. Celui-ci est impliqué dans l'attention requise par la plupart des tâches cognitives.
- Le cervelet et les ganglions de la base. Situées en arrière et en bas du cerveau, ces structures interviennent dans la mémoire procédurale.

On voit que l'hippocampe est une structure essentielle pour la mémoire. De fait, la plupart des pathologies de la mémoire (amnésies, Alzheimer…) relèvent de son dysfonctionnement.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CRÉER DES TRACES MÉMORIELLES, POURQUOI ET COMMENT ?

Théoriquement, l'espoir et l'objectif de tout concepteur pédagogique sont que sa formation puisse avoir des effets à long terme. Qu'elle puisse permettre une modification durable des savoirs, savoir-faire ou comportements de chaque individu qui aura suivi son enseignement. Pour résumer, il veut que sa formation laisse une trace, si possible profonde et durable.

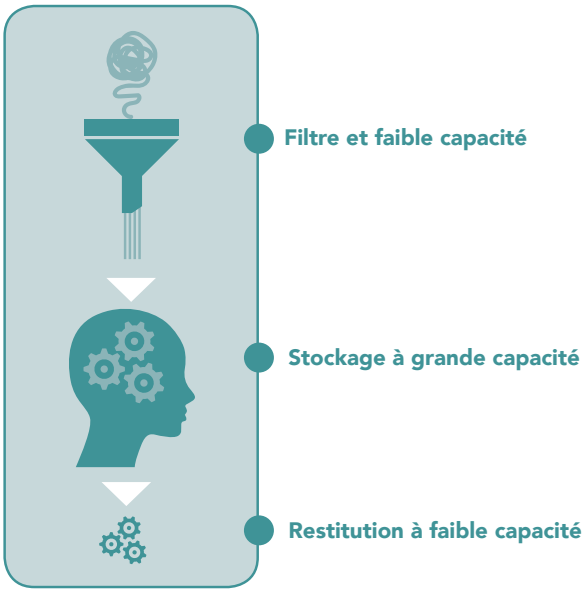
Les neurosciences viennent éclairer cette démarche. En décodant le fonctionnement de la mémoire, elles nous indiquent comment créer et renforcer ces fameuses traces mémorielles. Et comment optimiser les leviers qui permettront de mobiliser ces connaissances dans les meilleures conditions. Nous allons voir comment.

DISTINGUER LES TROIS PHASES DE LA MÉMORISATION

La formation de la mémoire comporte trois grandes étapes :

- **l'encodage,** qui correspond à l'acquisition de nouvelles connaissances ;
- **le stockage,** qui correspond à la rétention de l'information. Le volume de la mémoire, en capacité, est énorme ;
- **la récupération,** qui correspond au rappel de l'information à la conscience. Sa capacité est bien plus réduite.

Les trois phases de mémorisation



© Groupe Eyrolles

Il peut arriver qu'une connaissance bien stockée soit inaccessible. C'est le cas quand on a « un mot sur le bout de la langue ». Parfois, on ne sait même plus qu'on possède une connaissance, mais celle-ci remonte inopinément à la conscience lors d'un stimulus. Par exemple, la lecture d'un passage particulier nous rappelle subitement que nous avons déjà lu ce livre.

Ces « bugs » de la mémoire illustrent bien les deux phases différentes du stockage et de la récupération du souvenir. Nous verrons que c'est en multipliant les voies d'accès aux connaissances stockées que l'on en facilite la récupération. C'est une information majeure pour le concepteur de formation et cela peut amener à faire évoluer fortement ses méthodes pédagogiques.

La mise en œuvre des trois étapes de la mémoire est un processus complexe. Il est loin d'être automatique dans la mesure où :

⊙ **il ne se déclenche qu'à condition** que l'attention soit préalablement mobilisée ;
⊙ **il peut ensuite s'interrompre** à chaque étape : à l'encodage, au stockage, à la récupération.

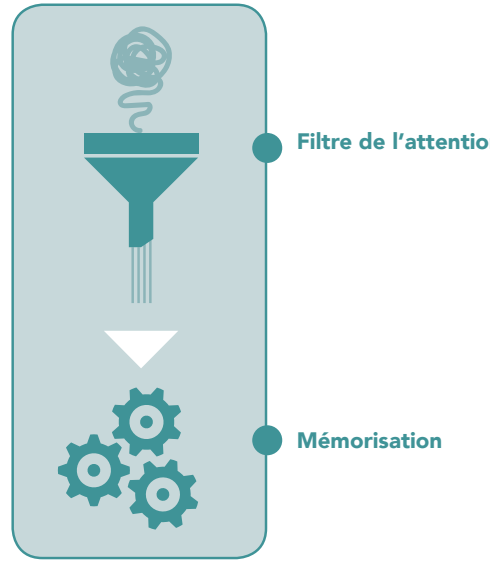
Comprendre ce processus permet d'identifier les causes de son dysfonctionnement et désigne les marges de manœuvre accessibles au professionnel de la formation.

SANS ATTENTION, PAS DE MÉMORISATION

À chaque instant, des millions de neurones sont stimulés dans notre cerveau par les informations captées par nos sens. Seules quelques-unes réussiront à passer le seuil de notre conscience.

Le filtre hyper-sélectif de l'attention décide de ce que nous allons éventuellement mémoriser. Comme notre attention possède une capacité limitée, cette étape initiale est un fort goulot d'étranglement. Si l'attention est faible, la mémorisation est fortement compromise.

Le filtre de l'attention conditionne la mémorisation



Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Comme le cerveau ne peut absorber qu'une quantité limitée d'informations, porter toute son attention à un fait unique permet :

- ⊙ **d'en extraire davantage d'informations ;**
- ⊙ **d'en intensifier l'expérience.**

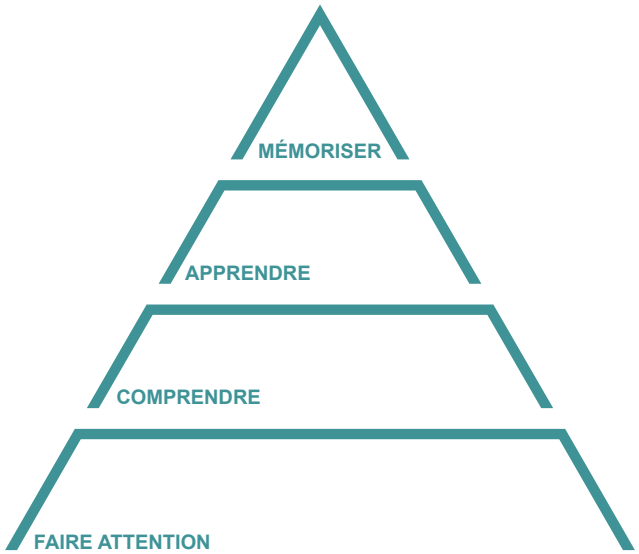
Ce qui se traduit par une activité accrue des neurones permettant de constituer le réseau porteur de l'information (la *trace mnésique*).

Autrement dit, les informations qui suscitent l'attention sont plus facilement mémorisées. C'est pourquoi nous allons retrouver dans ce chapitre plusieurs techniques abordées dans le chapitre 4 sur l'attention.

COMPRENDRE COMMENT SE CONSTRUIT LA TRACE MÉMORIELLE

Lorsque notre attention sélectionne une information qui nous intéresse, notre cerveau cherche aussitôt à lui donner du sens. C'est l'étape de compréhension qui sollicite la mémoire de travail. Nous y manipulons les idées suscitées par l'information en question.

De l'attention à la mémorisation **(rappel)**



Comprendre une information ne suffit pas pour la mémoriser. La plupart de nos expériences sont instantanément oubliées. Pour dépasser ce cap, il faut que la sollicitation des neurones engagés soit particulièrement forte (longue ou intense). Cela entraîne le codage des informations, c'est-à-dire leur transmission aux différentes régions spécialisées du cerveau. La trace mémorielle est ainsi ébauchée.

© Groupe Eyrolles

L'élaboration de la trace est un phénomène dynamique, particulièrement fragile au début. Il faudra la réactiver de nombreuses fois pour faire passer les informations de la mémoire à court terme à la mémoire à long terme où elles seront stockées. La phase de consolidation précoce est critique pour la mémorisation. Deux processus la favorisent et vont nous intéresser particulièrement :

- **le processus de création de liens.** Cette étape cruciale consiste à relier les éléments de la mémoire à court terme aux différents circuits de mémoire à long terme déjà en place, c'est-à-dire relier le nouveau à l'acquis. L'effort mental fourni en ce sens est la première étape de la construction de la trace. S'il n'intervient pas rapidement (dans les minutes qui suivent l'apprentissage), l'information risque d'être définitivement perdue ;
- **le processus de réactivation.** Il se base sur une loi essentielle du cerveau qui veut que pour retenir une information, il faut la répéter dans un laps de temps court. Cette réactivation permet de consolider la trace initiale. Par la suite, à chaque réactivation, les synapses qui relient les neurones entre eux se renforcent. Récupérer l'information devient ainsi de plus en plus facile.

Les deux processus se complètent. Le premier a pour effet de densifier la trame de la mémoire, en augmentant le nombre de chemins reliant les éléments entre eux. Le second a pour effet de renforcer sa solidité et d'augmenter la vitesse de circulation de l'information. Dans les deux cas, nous voyons qu'une intervention rapide est nécessaire. Nous reviendrons sur leurs implications en pédagogie mais nous voyons clairement ici l'intérêt de relier les nouveaux concepts apportés en formation au vécu des apprenants.

TIRER LE MEILLEUR PARTI DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL PAR LE *CHUNKING*

Nous avons vu que la mémoire de travail joue un rôle central dans l'apprentissage. Elle y est constamment sollicitée puisqu'elle sert à toutes les activités cognitives. Qu'il s'agisse de comprendre, apprendre, résoudre un problème ou garder le cap sur un objectif, nous avons besoin de pouvoir garder à l'esprit quelques informations simultanément. Du fait de son importance, c'est actuellement un sujet majeur en recherche.

La mémoire de travail fournit un espace de transit dans lequel les informations sont traitées, manipulées puis, dans la majorité des cas, oubliées. Nous allons en explorer les limites, puis nous verrons les stratégies permettant d'en tirer le meilleur parti.

La mémoire de travail se caractérise par une faible capacité de stockage pendant un temps court. Le terme d'*empan mnésique* désigne sa capacité de stockage, limitée à 7 + ou – 2 éléments selon les individus[2]. Aujourd'hui, on l'estime plutôt à 4 éléments + ou – 1. En réalité, sa capacité de stockage n'a pas changé mais c'est la manière de l'évaluer qui diffère[3]. Dans le premier cas, il s'agit des unités prises séparément (par exemple : 2, 1, 4, 2, 1, 2, 6, 3) alors que dans l'autre, ce sont des clusters d'unités (ici, par exemple : 21, 42, 12, 63).

La mémoire de travail, qui intervient au début du processus de mémorisation, se présente ainsi comme un goulot d'étranglement particulièrement étroit. Il est important de comprendre que

2 Miller, 1956.
3 Cowan, 2001.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

l'entraînement le plus poussé n'y changerait rien. Nous avons vu que cette limite est fixe pour un individu. Il existe cependant un moyen de la dépasser.

Le secret réside dans ce que les Anglo-saxons nomment le *chunking*. Cette pratique consiste à relier les informations en fonction de leur sens pour former des clusters cohérents. Toute l'astuce consiste à systématiquement s'y référer pour chaque nouvelle information. Le nombre d'items par *chunk* augmente ainsi progressivement. Du fait de la limite que nous avons vue, le nombre de *chunks* reste fixe mais leur contenu s'étoffe. La capacité à manipuler des *chunks* « lourds » caractérise le stade de l'expertise. Nous y reviendrons.

Le débutant voit sa mémoire de travail saturer avec quelques informations. Il est incapable physiologiquement d'en manipuler davantage à ce stade. C'est la raison pour laquelle fournir trop d'informations au début d'un apprentissage est contre-productif. C'est un peu comme demander à un apprenti jongleur de passer directement de deux à six balles. C'est le moyen le plus sûr de le mettre en échec.

Comme la mémoire de travail s'occupe des informations que notre attention a sélectionnées, cela peut inclure les distractions (bruit, odeur, mouvement, rêverie…). C'est pourquoi la capacité à exclure les items non pertinents, c'est-à-dire à diriger son attention, joue un rôle clé dans l'apprentissage. Se reporter au chapitre 4 sur l'attention où nous approfondissons ce point.

C'est en lui apprenant à grouper les informations par blocs que le débutant va progressivement surmonter le handicap naturel de départ. Il a été montré que les items que l'on peut placer dans une catégorie sont mieux compris et mémorisés que ceux qui ne le sont pas. Il est donc essentiel que l'apprenant dispose de catégories pour classer l'information nouvelle, qui risque sinon d'être rapidement perdue. Cette étape est d'autant plus importante, et difficile pour l'apprenant, que le sujet est nouveau, abstrait ou complexe.

Ménager la mémoire de travail de l'apprenant est d'autant plus important que celle-ci est très consommatrice d'énergie, en particulier en début d'apprentissage. L'effort à fournir fatigue rapidement le cerveau qui risque de décrocher. Nous avons vu que la mémoire de travail sert à comprendre. Le trop-plein d'informations met en échec la capacité de compréhension, entraînant découragement et démotivation. Nous verrons que le sentiment d'être débordé dans sa compréhension est un facteur majeur de démotivation.

L'excès d'informations au cours d'une session de formation (ou d'un cours en général) est un problème endémique. Différents facteurs y contribuent. La générosité et le travers de l'expert (qui pense que tout est important) amènent le professionnel de la formation à donner trop d'informations. Les entreprises, souhaitant capitaliser sur le temps et l'argent, demandent des formations d'une densité déraisonnable. La méconnaissance de l'écologie du cerveau et des conditions de son fonctionnement optimal représente la partie immergée de l'iceberg. Quoi qu'il en soit, le cahier des charges est souvent contre-productif. Or, le professionnel de la formation et l'entreprise ont le même objectif : mettre en œuvre des formations efficaces, c'est-à-dire permettant l'acquisition durable d'un comportement nouveau.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

EN FORMATION

Le concepteur pédagogique devra :
- lutter contre « la malédiction de l'expert » (le syndrome de vouloir tout dire) en réduisant la quantité d'informations fournies ;
- inciter l'apprenant à construire les *chunks* par la recherche active des idées clés (individuelle puis collective) ;
- inciter au réflexe de relier chaque nouvelle notion aux *chunks* existants ;
- inviter à l'échange entre apprenants pour rechercher les liens ;
- favoriser les conditions de la concentration et expliquer son importance physiologique ;
- prévoir des pauses fréquentes, surtout en début d'apprentissage.

Nous avons vu que l'apprentissage du *chunking* et son utilisation systématique permettent de tirer le meilleur parti de la limite fixe de la mémoire de travail. Nous allons voir en quoi, d'une façon plus générale, la structure favorise la mémorisation.

INCITER SYSTÉMATIQUEMENT L'APPRENANT À RESTRUCTURER L'INFORMATION

La mémoire consciente ne peut fonctionner correctement que si l'information qu'elle stocke est structurée. Il est habituel pour un professionnel de la formation de porter un soin particulier à l'organisation et la hiérarchisation de l'information. Cela ne suffit pas.

Nous avons vu au chapitre 3 consacré à l'apprentissage qu'intégrer la réalité passe obligatoirement par son découpage et sa reconstruction. C'est pour cette raison qu'il incombe à l'apprenant de le faire. Cette étape laborieuse a peu de chance d'être réalisée après la formation si elle n'a pas été initiée pendant.

Les exercices permettant à l'apprenant de démanteler le contenu et de le réorganiser à sa façon sont incontournables si l'on veut obtenir des résultats durables. Ce travail doit être individuel. Plus il sera personnel et créatif, mieux il sera compris et mémorisé.

EN FORMATION

Le formateur devra :
- structurer et hiérarchiser le contenu proposé ;
- accepter que l'apprenant se réapproprie l'information d'une façon différente de la sienne ;
- proposer des exercices individuels de déstructuration-restructuration ;
- encourager et faciliter la restructuration personnelle et créative (voir le dernier point sur la créativité dans le chapitre 6) ;
- en expliquer le rationnel scientifique pour donner du sens à l'effort.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

APPRENDRE À MULTIPLIER LES INDICES DE RÉCUPÉRATION

Nous avons vu que récupérer une information dans sa mémoire est plus problématique que de la stocker. Un moyen efficace de faciliter la remémoration consiste à multiplier les indices permettant de nous mettre sur la piste et de remonter à l'information traitée pendant la formation. C'est le *référencement croisé de l'information*. Il relève de trois registres que nous allons explorer.

Si le formateur utilise ces leviers lors de la formation, l'apprenant sera à même de se remémorer de façon plus efficace ses apprentissages. Découvrons ces alliés facilitateurs de la remémoration au travers de trois catégories d'indices qui sont à notre disposition :

- **les indices sémantiques ;**
- **les indices sensoriels ;**
- **les indices émotionnels.**

Les indices sémantiques

Nous avons vu dans les chapitres précédents que le sens canalise l'attention et facilite l'apprentissage. Il favorise aussi la mémorisation. Donner du sens consiste à multiplier les liens sémantiques entre le nouveau et l'acquis.

Du point de vue des réseaux neuronaux, donner du sens augmente le nombre des intersections, ce qui a pour effet :

- **de renforcer la trame de la mémoire** en la densifiant ;
- **d'augmenter l'accès à l'information** stockée par autant de portes d'entrée ;
- **d'en faciliter la récupération** en multipliant les chemins alternatifs, ce qui fluidifie la circulation.

Nous avons vu que, pour être efficace, la création de nouveaux liens doit intervenir très vite. C'est dans la foulée du nouvel apprentissage qu'il faut aider l'apprenant à établir ces liens avec un maximum de connaissances déjà solidement acquises. Plus ces liens seront nombreux, meilleure sera la mémorisation. C'est la raison pour laquelle plus on a de connaissances, mieux on mémorise.

Il est important d'inciter l'apprenant à reformuler de façon personnalisée le contenu proposé. Il est le mieux à même de trouver la façon de relier le sujet nouveau à ses propres acquis. Plus la reconstruction, après découpage de l'information, est personnelle et créative, mieux elle sera mémorisée.

EN FORMATION

À chaque fois qu'il sera amené à présenter une information nouvelle sur laquelle l'ancrage mémoriel devra être renforcé, le formateur devra s'attacher à :

- la fournir avec son contexte (afin de donner du sens) ;
- solliciter une multitude d'associations mentales : relier le nouveau au connu, relier l'abstrait au concret, fournir et activer la recherche d'analogies et de métaphores ;
- inciter l'apprenant à rechercher une métaphore ou une analogie ;
- la relier à un maximum de notions déjà solidement intégrées.

© Groupe Eyrolles

Plus un sujet est repris sous des formes différentes, plus nombreux sont les circuits cérébraux qui le traitent. Le réseau ainsi constitué est d'autant plus solide que son maillage est serré. Les traces sont d'autant plus solides qu'elles sont mises à l'épreuve de la complexité. C'est l'effort fourni qui intensifie le processus de consolidation. D'où l'importance de :

- ⊙ **varier les angles ;**
- ⊙ **challenger constamment la connaissance ;**
- ⊙ **oser la complexité** (avec les précautions exposées au chapitre 6 sur la motivation) ;
- ⊙ **oser les percées transdisciplinaires.**

Les indices sensoriels

Nos sens sont stimulés en permanence et nous alertent sur ce qui se passe dans notre environnement. Chaque sens dispose d'une zone de stockage différente dans le cerveau.

Chez l'homme, la vue est largement prédominante sur les autres sens. C'est pour cela que les expériences riches sur le plan visuel sont particulièrement bien mémorisées.

EN PRATIQUE

Le principe est de fournir des indices variés en respectant la mémoire de travail.

- Indices visuels : le support visuel est incontournable (les conférenciers qui interviennent « *a capella* » ne rendent pas service à la mémoire des participants). Idéalement une image + quelques mots-clés (très peu).
- Indices auditifs : le commentaire accompagnant le support visuel doit être concis, utiliser un langage simple et intercaler des silences fréquents (attention aux explications trop longues ou aux digressions qui viennent surcharger la mémoire de travail). Bruitages, musique et autres sons ont leur place s'ils viennent ponctuer un aspect précis.
- Indices kinesthésiques : il a été montré que le mouvement du corps facilite la compréhension et la mémorisation. Écrire et dessiner à la main renforce la mémorisation, comparativement au même travail sur écran.
- Indices gustatifs et olfactifs : le goût a une palette très limitée. Les nuances fines qui y sont associées relèvent de l'odorat.

Si l'on stimule deux ou trois sens en même temps ou dans une succession rapide, chaque sensation enregistrée fonctionne alors comme une entrée différente capable de conduire à la totalité des informations sur un sujet. La publicité l'a bien compris en cumulant logo, jingle, personnage connu et slogan pour faire retenir ses informations aux consommateurs.

Plus la stimulation des sens est riche et variée, plus les connexions se renforceront entre la mémoire perceptive (celle des sens) et la mémoire épisodique (celle des événements). La récupération de l'information est alors plus facile.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

EN FORMATION

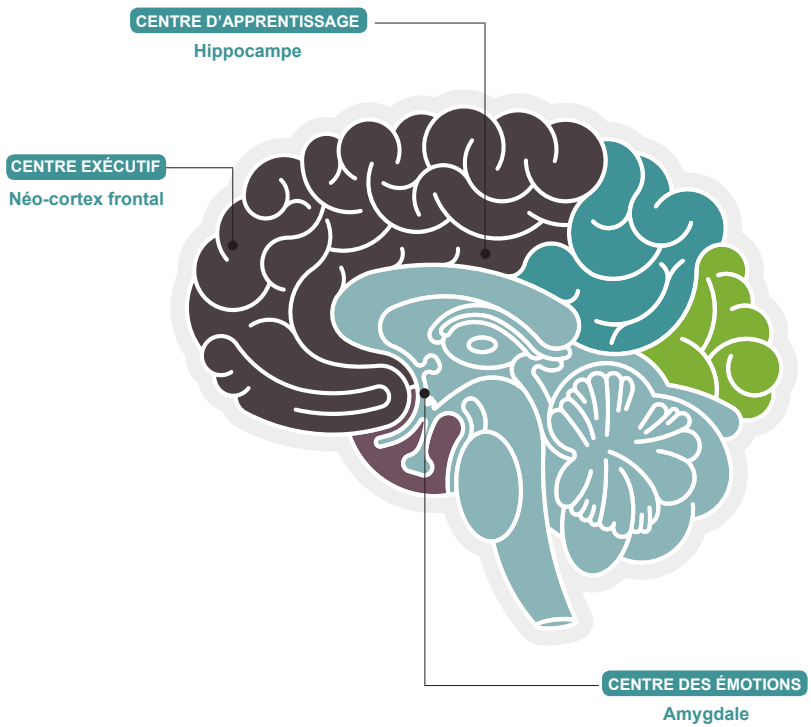
Pour le professionnel de la formation, ces éléments peuvent avoir une influence sur la qualité de ses conceptions, notamment sur l'élaboration de ses supports :

- éviter les diapositives surchargées de texte et privilégier le visuel comme complément du discours ;
- élaborer un support de prise de notes pour l'apprenant avec copie du visuel et espace pour la prise de notes ;
- dans le cadre de modules e-learning, s'appuyer sur un allié qui peut renforcer l'attention et l'ancrage : le son.

Les indices émotionnels : comprendre le lien entre émotion et mémorisation

Les émotions jouent un rôle essentiel dans la consolidation de la mémoire. Elles agissent comme un amplificateur de la trace neuronale. Elles font intervenir une région du cerveau capitale pour l'apprentissage : l'amygdale. En forme d'amande (d'où son nom), elle se situe dans le lobe temporal au contact de l'hippocampe. Son activation lors d'une expérience va colorer fortement le souvenir.

Le cerveau avec zoom sur l'amygdale



© Groupe Eyrolles

Une information associée à une émotion sera mieux mémorisée que la même information délivrée de façon neutre. Cela s'explique par le rôle physiologique des émotions. Ce sont des signaux d'alerte qui ont pour effet immédiat de capter notre attention et de susciter une action de rapprochement ou de fuite. Les émotions se gravent en priorité dans notre mémoire pour nous permettre d'anticiper plus facilement : rechercher l'événement qui a provoqué une émotion agréable et éviter les autres.

L'impact des émotions sur l'apprentissage est majeur. Il varie selon leur nature agréable ou désagréable. Schématiquement, on peut retenir que :

⊙ **les émotions agréables** associées à l'apprentissage en favorisent la mémorisation ;
⊙ **les émotions désagréables et le stress** la pénalisent lourdement.

Pour favoriser la mémorisation chez l'apprenant, on a donc intérêt à :

⊙ **susciter des émotions agréables ;**
⊙ **prévenir ou réguler les émotions désagréables.**

EN PRATIQUE

Les sens et les émotions sont souvent associés. De nombreuses stratégies bien connues permettent de capitaliser sur les deux, à titre d'exemple.

- Se mettre en scène en tant qu'intervenant, en tant que personnage à part entière. Il suffit pour cela de capitaliser sur son style, d'oser une touche excentrique ou encore de « jouer » une anecdote, par exemple.
- Prévoir des effets de surprise. Quand une situation ne produit pas l'effet escompté, notre cerveau est immédiatement alerté. C'est pourquoi une information reliée à un effet de surprise est mieux retenue que la même information sans cet effet.
- Introduire de la nouveauté sur le fond ou la forme. Notre cerveau est avide de nouveauté car elle active le circuit de la récompense.
- Utiliser l'humour, à condition de le pratiquer avec plaisir (notre cerveau est champion pour détecter les dissonances).
- Frapper l'imagination par des images fortes, des anecdotes… Nos sens sont fortement activés par l'imagination. Dans le cerveau, expérimenter une sensation ou l'imaginer produisent des activations très proches. C'est pour cela que notre cerveau est très suggestible (nous l'avons vu, il suffit d'imaginer une tranche de citron juteuse pour se mettre à saliver).

Chercher à stimuler les sens et les émotions doit rester mesuré et à propos pour être efficace. Multiplier les gadgets divertissants risque de dissiper l'attention et de surcharger la cognition. Tout est affaire de dosage et d'équilibre.

Nous avons vu que le secret d'une bonne mémorisation réside en grande partie dans la multiplication des indices susceptibles de ramener à la conscience l'information recherchée. Nous allons voir maintenant l'autre grand pilier de la mémoire : la répétition.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

RÉPÉTER, OUI… MAIS COMMENT ? ÉLABORER LE PROGRAMME DE RÉPÉTITION OPTIMAL

Combien de formateurs citent bien souvent la phrase « La pédagogie, c'est l'art de la répétition » ? Ils ne croient pas si bien dire et les neurosciences viennent désormais leur donner raison. Voyons comment.

Une formation dont le contenu est proposé en une fois (la majorité des formations à l'heure actuelle) ne constitue finalement qu'un simple amorçage de l'apprentissage. Le transformer en acquis durable nécessite d'y revenir à de nombreuses reprises. La répétition est ainsi un des piliers de l'apprentissage – encore faut-il l'agencer de façon stratégique.

Le processus optimal de répétition est étudié depuis un siècle. Ses modalités sont déterminantes pour la mémorisation. Pourtant, rares sont les enseignants qui le connaissent et l'appliquent. Nous verrons plus loin ce qui peut expliquer ce paradoxe.

De nombreuses modalités de répétition ont été testées par les scientifiques. Il en ressort que, pour optimiser le temps consacré à la répétition, deux critères interviennent :

- **la forme de la répétition,** c'est-à-dire le « comment » ;
- **le séquençage dans le temps,** c'est à dire le « quand ».

COMMENT RÉPÉTER : L'ÉLOGE DE L'EFFORT

Est-il préférable de répéter à l'identique ou de varier ? Faut-il intercaler les sujets ou les traiter en bloc ? Faut-il relire ou partir d'une page blanche ? Taper sur un clavier ou écrire à la main ?

Ces différentes modalités ont été scientifiquement testées. Voici les réponses que les chercheurs nous livrent.

Varier la répétition plutôt que répéter à l'identique

Dupliquer l'information sous des formes différentes augmente ses chances d'être mémorisée. La variété permet de relier de façon de plus en plus dense et complexe les informations nouvelles aux connaissances déjà acquises. Ce qui se traduit dans le cerveau par :

- **un plus grand nombre de réseaux neuronaux** sollicités, ce qui renforce la trame de la mémoire ;
- **davantage de régions différentes pour stocker** les informations, ce qui produit autant d'indices de récupération potentiels.

Intercaler les sujets plutôt que les traiter en bloc

C'est ce que les Anglo-saxons nomment *interleaving*. Il a été démontré que passer à un autre sujet et revenir un peu plus tard au premier consolide la mémoire à long terme. Et ce, bien que l'interférence avec d'autres sujets contribue à perturber la mémorisation à court terme en début d'apprentissage.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Susciter l'effort de récupération plutôt que la faciliter

Mémoriser durablement demande des efforts. Plus le processus actif de remémoration est intense, plus la consolidation de la trace mnésique est forte. On peut faire l'hypothèse que c'est pour cela que les processus passifs de mémorisation testés à ce jour sont inopérants (comme apprendre un cours en l'écoutant pendant son sommeil).

Écrire à la main plutôt que taper sur le clavier

Écrire, dessiner soi-même renforce la trace. La prise de notes sous la forme de cartes mentales (*mind mapping*) ou de schémas et dessins (*sketchnotes*) sera particulièrement efficace.

QUAND RÉPÉTER : LE SECRET DE L'ESPACEMENT CROISSANT

Nous avons vu qu'il est essentiel de réactiver très vite la trace initiale de l'apprentissage pour la consolider. La répétition des sollicitations permettra ensuite son inscription durable dans la mémoire.

Les chercheurs ont comparé différentes modalités de répétition :
- **en bloc** (en une seule séance) **ou fractionnée** (répartie sur plusieurs séances) ;
- **espacée à différents intervalles.**

Il en ressort de grandes différences. Selon l'objectif que l'on vise, le résultat varie.

Répéter en bloc ou fractionner ?

- **Si l'objectif est de retenir l'apprentissage sur le long terme,** la répétition fractionnée dans le temps est bien plus efficace que la répétition en bloc.
- **Si l'objectif est de retenir l'apprentissage uniquement sur le court terme,** par exemple pour un examen ou un concours, c'est la répétition en bloc qui est la plus efficace. Dans ce cas, le contenu insuffisamment consolidé sera ensuite rapidement oublié.

Fractionner l'apprentissage permet de mémoriser davantage et plus longtemps. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette différence.
- **Répéter de façon rapprochée** devient vite ennuyeux (baisse de l'attention et de la motivation), sauf sous la pression d'un examen imminent.
- **Répéter les sessions** multiplie aussi les indices contextuels.
- **Se donner le temps d'oublier** permet d'identifier plus facilement les éléments que l'on a le plus de difficulté à retenir et de les traiter efficacement.

À quel intervalle répéter dans le temps ?

Différents espacements ont été testés pour la répétition fractionnée. Les résultats révèlent que, pour être optimale, la répétition doit intervenir à des moments précis. Ce n'est pas un schéma rigide. L'important est de suivre les deux grands principes qui s'en dégagent.
- **Répéter de façon très rapprochée au début.** Cela est cohérent avec le fait que la trace mnésique est particulièrement fragile au début. En l'absence de consolidation rapide, elle disparaît.

⊙ **Répéter par espacement croissant.** Il faut répéter avec des intervalles de plus en plus grands. Cela est cohérent avec le fait que prendre le temps d'oublier oblige à fournir un effort de remémoration plus intense. On oublie très vite au début, puis de plus en plus lentement au fil de la consolidation. Nous avons vu que cette intensité accrue de l'effort consolidait davantage la trace neuronale. C'est le rôle paradoxal de l'oubli dans la mémorisation.

Voici un exemple de schéma de répétition par espacement croissant déduit de ces travaux :

⊙ **immédiatement après l'apprentissage** (récapitulation active par l'apprenant à la fin de chaque « grain » d'apprentissage) ;
⊙ **dans les vingt-quatre heures ;**
⊙ **deux ou trois jours d'affilée ;**
⊙ **une semaine après ;**
⊙ **un mois après ;**
⊙ **six mois après ;**
⊙ **etc.**

Espacement croissant

Répétition le premier mois

DIMANCHE	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

Répétition à + 6 mois et + 12 mois

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Mais attention, l'espacement est d'abord une technique de rétention pour les langues étrangères, les définitions scientifiques, l'histoire, la géographie, la mémorisation d'un discours[4].

Pour connaître le séquençage optimal du fractionnement en vue d'un examen, il faut définir la durée pendant laquelle on veut retenir l'apprentissage.

L'efficacité de ces principes de répétition est solidement établie depuis des années. Pourtant, ils sont très peu utilisés en pratique. Ce paradoxe peut s'expliquer de différentes façons.

- **Le fonctionnement des différentes disciplines** chacune de leur côté freine la circulation transversale des découvertes scientifiques vers les domaines qu'elles concernent.
- **Certaines découvertes peuvent paraître contre-intuitives.** *L'interleaving,* par exemple, freine la mémorisation à court terme mais renforce la mémorisation à long terme. De même pour la répétition en bloc versus la répétition fractionnée. Le formateur mesure très vite la plus grande difficulté initiale sans réaliser que le bénéfice ultérieur est bien plus grand. Il privilégie du coup son propre confort et celui de l'apprenant à l'efficacité durable de sa formation.
- **L'oubli** est souvent perçu comme un ennemi de la mémoire alors qu'il peut être un allié puissant en suscitant un effort plus intense.
- **Nous avons une réticence naturelle à l'effort.** L'effort mental intense, au même titre que l'effort physique, fatigue rapidement. Notre réserve d'énergie, mentale comme physique, est limitée. Le cerveau en consomme beaucoup[5]. La nature, économe par essence, nous a dotés d'un mode par défaut qui nous pousse au repos (voir plus loin).

Une caractéristique incontournable du cerveau est qu'il favorise spontanément les pratiques les plus faciles et les plus gratifiantes à court terme. La loi du moindre effort et la recherche d'une récompense immédiate sont des réalités physiologiques. L'éducation et les efforts répétés nous permettent progressivement de surmonter cette pente naturelle. Nous avons grand besoin de soutien et d'encouragement pour y arriver. D'où l'importance cruciale de la motivation pour soutenir l'effort.

EN FORMATION

Le formateur devra s'attacher à :

- encourager l'effort de répétition active individuelle, c'est-à-dire avec effort délibéré, en particulier s'il n'est pas immédiatement productif ;
- réactiver les idées clés à la fin de chaque « grain » d'apprentissage (idéalement travail individuel de restitution écrite sur une feuille blanche) ;
- répéter sous différentes formes : changer d'angle, de contexte… ;
- intercaler les sujets façon « mille-feuille » ;
- fractionner la répétition dans le temps ;
- pratiquer et faire pratiquer l'espacement croissant ;
- inciter à l'écriture manuelle ;
- fournir le rationnel scientifique de ces pratiques pour leur donner du sens ;
- susciter l'effort de remémoration active par des mises en situation deux par deux du type « je suis interviewé » ou « je suis le prof ».

4 Carey, 2014.
5 Plus de 20 % du glucose et de l'oxygène consommés par l'organisme.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

INTÉGRER LA STRATÉGIE DU TEST À RÉPÉTITION

Quand tester les connaissances ? Comment optimiser la séquence révision-test ? Pour répondre à ces questions, les scientifiques ont testé différentes modalités.

Les résultats sont édifiants et les réponses à la première question sont : le plus tôt possible et le plus souvent possible. Il a même été démontré que commencer la formation par un test facilitait l'apprentissage ultérieur, y compris en cas d'erreur. Essayer de deviner, même sans réussir, augmente la chance de trouver la solution à un test ultérieur. Nous apprenons de nos réponses incorrectes à condition, en particulier si l'on est novice, d'obtenir rapidement le corrigé.

Plusieurs hypothèses permettent d'expliquer les avantages du test répété :

- **permettre d'identifier** précisément les acquis et les difficultés. Faire émerger l'illusion de compétence (croire qu'on sait) ;
- **fournir un effort de remémoration** plus intense, ce qui renforce stockage et récupération ;
- **permettre à l'apprenant de mieux comprendre** ce qui est attendu de lui. Cela lui fournit un avant-goût de la façon adéquate de réfléchir ;
- **permettre à l'apprenant d'enrichir sa connaissance préalable** par des questions qu'il ne se serait pas posées spontanément, produisant ainsi de nouvelles connexions sémantiques ;
- **susciter la motivation** en proposant une énigme (voir chapitre 6 sur la motivation).
- **donner du sens à l'apprentissage** à venir (expliquer à quoi il va servir concrètement).

Pour bénéficier au mieux de cette pratique, il est indispensable de dédramatiser la notion de test. Pour aller en ce sens, n'hésitez pas à :

- **systématiser** la pratique du test ;
- **banaliser** la pratique du test ;
- **valoriser** l'effort plutôt que le résultat.

Nous développerons ces points dans le chapitre 6 sur la motivation.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

EN FORMATION ET EN DIGITAL LEARNING

Le formateur devra s'attacher à :
- commencer chaque séquence par un test (quiz plutôt que QCM*…) ;
- fournir les réponses rapidement ;
- expliquer l'intérêt d'apprendre par essai-erreur ;
- expliquer la notion d'illusion de compétence ;
- donner le rationnel scientifique de l'intérêt du test pour motiver l'effort (gain de temps et de performance) ;
- gratifier l'expérience par une approche ludique (*serious games*).

Le concepteur pédagogique de modules e-learning de qualité est amené à mettre en pratique assez régulièrement l'usage du test, et bien souvent une vraie formation en ligne commence par une évaluation en ligne. En auto-formation, se mettre en mouvement pour apprendre est encore plus complexe qu'en salle et il est donc important de très vite capter l'attention et l'intérêt de l'apprenant. Démarrer par un test (mise en situation, QCM, étude de cas) permet d'atteindre les objectifs majeurs suivants :
- mettre l'apprenant rapidement en situation active ;
- faire prendre conscience des lacunes éventuelles ;
- donner du sens aux apprentissages à venir.

* Attention, certains QCM ne provoquent pas une remémoration active mais induisent les réponses par reconnaissance de l'information (voir la différence entre reconnaître et se remémorer plus haut).

AUTRES MYTHES ET RÉALITÉS À CONNAÎTRE SUR LA MÉMOIRE

Nous avons passé en revue les neuromythes au chapitre 2. Voyons maintenant les autres mythes sur la mémoire et ce qu'il en est vraiment.

COMPRENDRE LES SOURCES D'INÉGALITÉS FACE À LA MÉMOIRE

Il suffit d'assister à un concours de mémoire (très populaire aux États-Unis[6]) pour avoir l'impression que les joueurs sont de super-humains. Or, ils ont en général un cerveau tout à fait ordinaire. Sortis de leur hobby, ils ne réussissent pas mieux que les autres. Chacun de nous est capable des mêmes prouesses que ces joueurs à condition de s'y préparer et d'être motivé.

Il reste vrai que certains individus sont plus avantagés que d'autres. Il existe aussi des variations d'une personne à l'autre sur la nature des éléments retenus. Certains sont plus forts pour retenir les chiffres, d'autres les noms et les visages…

Plusieurs facteurs interviennent pour expliquer les différences entre individus et au cours du temps pour un même individu.

⊙ **La génétique.** Les capacités de la mémoire sont en partie déterminées par nos gènes.

6 Foer, 2011.

- **L'âge.** La mémoire diminue au cours du vieillissement même si des phénomènes de compensation interviennent au fil du temps. Ce déclin touche en priorité les événements les plus récents.
- **Le niveau d'éducation.** Plus on a de connaissances, mieux on mémorise.
- **L'environnement.** Les événements que nous vivons jouent un rôle déterminant pour la mémoire en raison de la plasticité du cerveau (voir chapitre 3 sur l'apprentissage vu du cerveau).

Si les deux premiers échappent à notre contrôle, les deux autres offrent des marges de manœuvre. C'est ce que nous allons explorer dans ce chapitre.

FAUT-IL ENCORE APPRENDRE PAR CŒUR[7] ?

À l'heure où les mémoires externes n'ont jamais été aussi nombreuses ni aussi immédiatement accessibles, on peut se poser la question de l'intérêt d'apprendre encore de cette façon.

Apprendre par cœur consiste à faire l'effort de mémoriser des éléments sans lien les uns avec les autres. Cet exercice exclut la mémoire sémantique, qui est celle qui donne le sens. Or, comme nous l'avons vu pour la mémoire de travail, il est très difficile pour le cerveau humain de retenir une information dénuée de sens, par exemple une suite de chiffres sans signification. Au-delà de son caractère fastidieux, l'information se trouve stockée sous une forme pauvre en connexions neuronales, donc plus difficile à récupérer et plus fragile. C'est pour cela qu'apprendre par cœur est peu efficace.

Quand on sait que l'essentiel de notre modèle éducatif de la petite enfance jusqu'à l'enseignement supérieur repose sur ce socle de l'apprentissage par cœur, on peut se dire qu'une marge de progression majeure nous est offerte…

Quand il n'est pas possible de faire l'économie de ce type d'apprentissage, les moyens mnémotechniques apportent une aide intéressante.

CONNAÎTRE L'INTÉRÊT LIMITÉ DES MOYENS MNÉMOTECHNIQUES

Les moyens mnémotechniques sont parfois présentés comme des « boosters » de mémoire. En réalité, ce sont des « béquilles ». Leur intérêt, comme pour leur équivalent matériel, est réel mais reste limité.

Le moyen mnémotechnique consiste à inventer du sens là où il n'y en a pas pour relier entre eux des éléments indépendants les uns des autres. L'artifice ainsi créé par l'imagination permet d'engager la mémoire sémantique, qui serait sans cela inopérante puisqu'elle est, par définition, liée au sens. Par exemple, pour les conjonctions de coordination, la célèbre phrase « Mais où est donc Ornicar ? » permet de les retenir facilement. Le bond d'efficacité apporté par le sens, même totalement artificiel, témoigne de l'importance du sens pour la mémoire.

Ces moyens regroupent différentes techniques.

- **Les acronymes.** Exemple : la méthode SONCAS en formation commerciale pour mémoriser les six leviers de motivation d'achat : Sécurité, Orgueil, Nouveauté, Confort, Argent, Sympathie.

7 Aristote situait le siège de la mémoire dans le cœur, d'où l'expression consacrée.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

⊙ **Les rimes.** Exemple :
Le carré de l'hypoténuse, est,
si je ne m'abuse,
égal à la somme des carrés,
des deux autres côtés.

⊙ **La méthode des loci** (qui consiste à mettre en scène un espace familier). Le palais mnésique est un exemple de la méthode des loci : il s'agit d'associer une idée à retenir à chacune des pièces d'un palais imaginaire. Inventée dès l'Antiquité[8] à une époque où les livres n'existaient pas, cette technique s'appuie, en plus de l'artifice du sens, sur une particularité de la mémoire humaine : la mémoire spatiale et l'orientation, très développées chez l'homme. L'évolution les a probablement favorisées du fait de son rôle vital à l'époque où l'homme évoluait dans une nature hostile. Avez-vous remarqué comme il est facile de se rappeler avec un bon degré de précision l'intérieur d'un logement visité des années plus tôt ? La méthode des loci s'appuie sur ces spécificités.

Ces moyens mnémotechniques ont leur utilité dans un cas bien précis : faciliter la mémorisation d'éléments sans lien les uns avec les autres (par exemple, des dates en histoire) pour éviter le laborieux « par cœur ».

L'inconvénient de ces méthodes lorsqu'elles sont appliquées à un contenu sensé est qu'elles incitent à faire l'économie d'une compréhension. Ce qui est évidemment pénalisant pour l'apprentissage.

EN PRATIQUE

Les moyens mnémotechniques sont utiles à condition de ne jamais se substituer à la compréhension du sens.

PEUT-ON RENFORCER SA MÉMOIRE ?

Une grande confusion existe à ce sujet. Le marché regorge d'outils dont la promesse est d'augmenter la mémoire. Pour s'y retrouver, plusieurs points sont à prendre en compte :

⊙ **Deux dimensions de la mémoire** se renforcent naturellement avec l'usage :
- sa capacité à stocker l'information ;
- sa capacité à récupérer l'information.

⊙ **Une dimension est fixe :** sa capacité à encoder l'information, c'est le goulot d'étranglement de la mémoire de travail (voir plus haut dans ce chapitre).

Les jeux et autres outils ne renforcent que des capacités très spécifiques de la mémoire ou de la cognition. Nous avons vu que la mémoire est multiple. Si l'on fait travailler un système de mémoire, c'est celui-là qui se renforce. Faire des mots croisés (mémoire sémantique) n'aide pas à retrouver ses clés (mémoire épisodique).

8 Source Wikipédia : l'existence de cette méthode est rapportée par un document en latin d'auteur inconnu, dénommé *La Rhétorique à Herennius (Rhetorica ad Herennium)*, écrit vers 85 avant J.-C. L'auteur de ce manuel de rhétorique en examine les cinq parties, considérant que la quatrième de ces parties concerne la mémoire, partie dans laquelle il explique la méthode des lieux (ou méthode des loci).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Aucun outil de ce type n'a fait sa preuve dans la lutte contre le déclin cognitif (voir les neuromythes dans le chapitre 2). Ils ont en plus l'inconvénient d'inciter à la sédentarité, ce qui est défavorable à la mémoire et à la cognition en général.

Les jeux et les outils disponibles sur le marché pour renforcer la mémoire doivent être avant tout considérés comme récréatifs (sauf si on a l'ambition de devenir un champion du jeu en question !).

Lorsqu'ils proposent des moyens mnémotechniques, ils peuvent aider à mémoriser des éléments où la compréhension n'intervient pas, par exemple pour retenir des dates, des prénoms ou des visages. Leur intérêt s'arrête là.

Si l'on recherche un impact plus global, les pistes sérieuses sont ailleurs. Nous les développons dans plusieurs sections.

- **S'appuyer en priorité** sur la mémoire sémantique (celle qui donne le sens) en reliant les éléments entre eux. À cet égard, le *mind mapping* est intéressant.
- **Les difficultés à mémoriser** sont très souvent des problèmes d'attention. On a vu que l'attention conditionne la mémorisation. Renforcer sa capacité attentionnelle profite à la mémorisation.
- **Le stress** est l'un des premiers fléaux de la mémoire chez le sujet actif. Apprendre à réguler son stress est bénéfique pour la mémorisation.
- **Le mode de vie** a un impact majeur sur la mémoire, en particulier l'activité physique et le sommeil (voir l'impact de l'environnement et de la santé à la fin du chapitre 3). Dormir trente minutes de plus et faire quelques heures d'exercice physique par semaine sont susceptibles d'améliorer considérablement la mémoire.

QUID DE LA MÉMOIRE NON-CONSCIENTE ?

Nous avons vu que la mémoire présente une dimension explicite (consciente) et une dimension implicite (non consciente). Nous avons également vu le rôle central du sommeil pour organiser et consolider la mémorisation des apprentissages de la journée.

À partir des années 1970, des travaux de recherche ont exploré la possibilité d'apprendre en dormant (cours audio diffusés pendant le sommeil). Leurs résultats se sont révélés très mitigés. Certaines études présentaient des résultats positifs mais elles n'ont jamais pu être reproduites à cause d'une méthodologie laissant à désirer et de résultats vraisemblablement dus au hasard.

Le rôle essentiel de l'effort dans la mémorisation explique qu'il soit difficile de susciter la mémorisation passive d'un enseignement diffusé au cours du sommeil.

Une particularité de la mémoire implicite (non consciente) va nous intéresser davantage. Quand on est confronté deux fois de suite à la même information, le traitement de cette information est plus rapide la seconde fois, même si le premier contact a été oublié. L'effet d'amorçage est un processus non conscient qui remet plus rapidement les circuits en action. Cette propriété peut être utilisée en pratique en annonçant à la fin d'un cours ce qui sera vu au suivant.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

IDENTIFIER LES ENNEMIS ET LES ALLIÉS DE LA MÉMOIRE

L'environnement, c'est-à-dire notre mode de vie, a un impact important sur la mémoire (et l'apprentissage en général). Deux éléments clés ont ainsi un impact très fort sur notre mémoire. L'un peut être ravageur : il s'agit du stress. L'autre est un allié précieux : l'exercice physique.

L'ENNEMI N° 1 : LE STRESS

Le stress excessif déclenche une cascade de réactions biologiques qui aboutit à l'augmentation du taux de glucocorticoïdes (cortisol) dans le sang et dans le cerveau. L'hippocampe est particulièrement sensible au cortisol. Il a été démontré qu'un stress trop important détruit les neurones de l'hippocampe, ce qui entraîne à la longue sa réduction en taille. Les troubles de la mémoire engendrés retentissent sur la performance et renforcent le stress (voir le chapitre 6 sur les émotions).

UN GRAND ALLIÉ : L'EXERCICE PHYSIQUE

Le lien entre activité physique et mémoire est aujourd'hui largement démontré. Il s'explique par un afflux de sang et d'oxygène accru dans le cerveau, ce qui favorise la neuroplasticité et vraisemblablement la neurogenèse. Cela a été démontré chez l'animal.

LES AUTRES FACTEURS DE NOTRE MODE DE VIE AYANT UNE INFLUENCE SUR NOTRE MÉMOIRE

Les facteurs défavorables :

- **le manque de sommeil** (ou sa qualité insuffisante) ;
- **la consommation d'alcool ;**
- **l'usage de certains médicaments** (en particulier les psychotropes).

Les facteurs favorables à entretenir et développer :

- **les interactions sociales ;**
- **l'apprentissage tout au long de la vie ;**
- **une alimentation équilibrée.**

EN FORMATION

Le formateur devra s'attacher à :

- susciter un climat de confiance dans le groupe ;
- proposer des exercices favorisant la détente ;
- encourager la pratique de la sieste ;
- encourager l'exercice physique ;
- favoriser les interactions sociales entre apprenants ;
- expliquer l'importance du sommeil ;
- proposer repas ou collations équilibrés ;
- motiver ces comportements par le rationnel scientifique.

Nous apportons davantage de précisions et de compléments sur ces pratiques dans le chapitre 6 sur les émotions.

DISTINGUER LA MÉMOIRE D'UN DÉBUTANT DE CELLE D'UN EXPERT

Une étape cruciale en matière d'apprentissage est de passer de l'étape du *savoir* à celle du *savoir-faire*. Une connaissance approfondie des méthodes de navigation ne fait pas de l'apprenant un pilote !

LA TAILLE DES *CHUNKS*

Nous avons vu que l'expert est capable de manipuler dans sa mémoire de travail des *chunks* beaucoup plus riches en informations que le débutant. Cela ne suffit pas à définir le stade d'expert. Ce n'est pas parce que l'on a mémorisé une connaissance complexe que l'on sait l'utiliser sur le terrain.

LES ZONES ACTIVÉES DANS LE CERVEAU EN SITUATION

Alors que, mis en situation, le débutant fait appel à sa mémoire sémantique (les connaissances et le sens), l'expert, lui, utilise sa mémoire procédurale (celle des automatismes). Deux systèmes de mémoire différents sont concernés. Savoir et savoir-faire mettent en œuvre des réseaux de neurones différents. Les premiers sont dans le cortex préfrontal, les seconds dans le cervelet et les noyaux de la base.

L'INTENSITÉ DE L'EFFORT NÉCESSAIRE

En début d'apprentissage, la mémoire de travail peine à manipuler les informations nouvelles. Un très haut niveau d'attention est nécessaire, ce qui sollicite fortement le cortex préfrontal. L'effort produit est intense et consomme beaucoup d'énergie (rappelez-vous encore une fois les efforts que vous deviez fournir lors de vos premières leçons de conduite). Au stade d'expert, le passage en mode automatique libère le cortex préfrontal. L'exécution se fait à un coût énergétique réduit, d'où l'impression de facilité qui s'en dégage.

LE NIVEAU DE CONTRÔLE

La mémoire de travail du débutant utilise un contrôle conscient des connaissances alors que l'expert utilise le contrôle inconscient mis en œuvre dans les automatismes. C'est pour cela qu'en cas d'imprévu, il est plus efficace car il peut allouer la totalité de sa mémoire de travail pour traiter l'incident.

LA VITESSE D'EXÉCUTION

La mémoire sémantique consciente du débutant est beaucoup plus lente que la mémoire procédurale automatique et inconsciente de l'expert. Ce sont les systèmes 1 et 2 du cerveau de Kahneman

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

(voir le chapitre 3 « Apprendre vu du cerveau »). C'est pour cela qu'il suffit qu'un expert se mette à réfléchir pendant l'exécution automatique de son savoir-faire pour qu'il trébuche à cause du ralentissement produit.

Ce passage de la mémoire de travail à la mémoire procédurale assure l'autonomisation du contrôle des tâches. Il s'effectue progressivement au fur et à mesure de la consolidation des traces mnésiques. Dans un premier temps, en phase d'apprentissage, les essais répétés sont conscients et volontaires (mémoire de travail). À force de répétitions, la procédure va passer progressivement en mode automatique inconscient (mémoire procédurale). Il faut un long travail de répétition, conscient et volontaire, pour passer de l'un à l'autre.

Une fois mis en place (lors de la formation), ce fonctionnement automatique sera ensuite entretenu et assuré par sa mise en œuvre régulière dans les situations complexes du quotidien professionnel.

Le taux de mise en œuvre relativement faible du transfert des connaissances acquises en formation vers le terrain s'explique en partie par l'interruption de la répétition à un stade trop précoce (voire par son absence).

EN FORMATION

Le formateur devra s'attacher à :

- considérer la fréquence des répétitions et leur calendrier comme un critère de qualité déterminant de la formation ;
- respecter les limites de la mémoire de travail du débutant (voir plus haut) ;
- pratiquer la méthode du *chunking* tout au long de l'apprentissage ;
- utiliser le schéma optimal de répétition (proposé plus haut) pour rentabiliser les efforts fournis par les apprenants ;
- expliquer le transfert d'une mémoire à l'autre pour motiver effort et répétition ;
- objectiver par des critères concrets le stade débutant et le stade expert pour faciliter l'atteinte de l'objectif ;
- inciter à la métacognition (voir lexique) pour identifier plus facilement les étapes de progrès.

FAVORISER LA MÉMOIRE

Voici enfin trois points qui sont importants à garder en tête pour que la mémoire fonctionne de façon optimale.

MÉMORISER, C'EST SE RACONTER UNE HISTOIRE

Le cerveau ne stocke pas les faits, les idées et les expériences comme le ferait un ordinateur. Loin s'en faut. Cela tient à des particularités de notre mémoire.

- **Elle ne sélectionne d'un événement que ce qui l'intéresse.**
- **Elle engrange en même temps une interprétation de l'événement.** Ce jugement émis par le cortex préfrontal est encodé avec les autres éléments par l'hippocampe.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

⊙ **Elle fait évoluer le souvenir à chaque évocation.** Chaque réactivation intègre de nouveaux éléments, en perd certains et « écrase » la version précédente. Paradoxalement, plus on réactive un souvenir, plus on le déforme. Utiliser la mémoire change la mémoire.

On voit ainsi que notre cerveau engrange une histoire qu'il s'est racontée à partir de quelques fragments qui ont frappé son attention. Non content d'avoir intégré une version fortement distordue de la réalité, il la transforme encore à chaque évocation. Paradoxalement, c'est le processus de consolidation du souvenir qui le déforme. Autrement dit, notre cerveau refait l'histoire en permanence. Parfois même et en toute bonne foi, il la crée de toutes pièces (des chercheurs ont récemment démontré qu'il est très facile de provoquer de faux souvenirs) ! Il ne faut donc pas s'étonner que les apprenants ayant assisté à une même formation en gardent des versions différentes. Et on voit, bien entendu, l'implication de tels mécanismes sur les témoignages dans les affaires de justice (mais c'est une autre histoire…).

IL FAUT OUBLIER POUR MÉMORISER !

L'oubli est souvent considéré comme l'ennemi de l'apprentissage. Au contraire, oublier a de nombreux avantages, en particulier celui d'éliminer toutes les informations inutiles qui sont de loin les plus nombreuses. Nous rappeler de tout serait le plus sûr moyen de ne rien retenir.

Nous oublions en priorité les informations qui ne nous sont pas utiles. L'acuité de la mémoire dépend de la capacité à éliminer le bruit de fond parasite. Comme le dit le journaliste scientifique américain Benedict Carey, « l'oubli constitue le filtre à spams le plus sophistiqué de la nature » ! Mais, parfois, ce filtre destiné à éliminer les informations inutiles en évacue aussi quelques détails importants.

Oublier n'est pas uniquement un processus passif de dégradation, c'est aussi un processus actif de filtrage. Prendre le temps d'oublier une information avant de faire l'effort de la récupérer permet de mieux la consolider.

S'APPUYER SUR LE MODE PAR DÉFAUT DU CERVEAU

Contrairement à ce qu'on a longtemps cru, le cerveau continue à travailler quand nous faisons une pause. L'imagerie fonctionnelle a permis d'étudier ces périodes où nous croyons être complètement inactifs. À leur plus grande surprise, les chercheurs ont découvert que notre cerveau était particulièrement actif dans ces moments-là. Les réseaux de neurones impliqués sont différents de ceux que nous actionnons quand nous sommes actifs (pensée ou action). L'activité de ces régions particulières est appelée le *mode par défaut* du cerveau.

Avez-vous remarqué que les grands moments « eurêka ! » se produisent rarement devant un ordinateur ? Les plus grands génies de l'Histoire ont souvent fait leurs découvertes en marchant dans la nature, ou dans leur bain, au réveil, sous un pommier…

Notre cerveau a besoin de temps pour consolider les circuits mobilisés. L'activité inconsciente à laquelle on se livre après un effort de mémorisation est tout aussi importante que celui-ci. Le mode par défaut permet au cerveau d'effectuer un travail de classement et de consolidation. Il fait partie intégrante du processus de mémorisation.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Nous avons vu que la mémoire de travail sature rapidement et qu'elle est coûteuse en énergie. Nous l'avons vu au chapitre sur l'attention, un cerveau adulte sature au bout de vingt minutes pour un sujet de complexité moyenne. Si le sujet est très complexe, c'est au bout de dix minutes que ce seuil est atteint.

Sans doute faut-il revoir complètement la notion de pause en formation, et tout particulièrement en formation présentielle. Elles sont en général peu fréquentes (une par demi-journée), d'une durée de quinze à trente minutes et de contenu libre. Il faudrait idéalement qu'elles soient beaucoup plus fréquentes, plus courtes et assorties à une activité dirigée favorisant le mode par défaut (mouvements du corps, exercices de relaxation, exercices d'auto-hypnose, exercices d'attention dirigée, comme suivre sa respiration ou ses battements cardiaques pendant une minute, etc.).

La pause la plus importante pour la mémoire est celle du sommeil. Il a été démontré qu'une sieste, même courte (dix minutes), a un impact favorable sur la mémoire[9]. La nuit, c'est pendant les phases de sommeil paradoxal que la mémoire se consolide. La réduction du temps de sommeil est particulièrement délétère pour la mémoire.

On est encore loin, en France, de favoriser la pratique de la sieste chez l'adulte, malgré ses bénéfices majeurs sur la mémoire et la productivité. Nous faisons le pari que cela viendra car la vérité est têtue. En attendant, des pratiques intermédiaires favorisant la détente sont vivement recommandées. Elles seront aussi bénéfiques au formateur qu'aux apprenants.

EN FORMATION

Le formateur devra s'attacher à :

- fractionner l'apprentissage en sessions courtes (de 15 à 30 minutes) ;
- proposer des pauses fréquentes ;
- mobiliser régulièrement le corps ;
- intercaler des micro-exercices favorisant le mode par défaut (de 2 à 3 minutes de relaxation, respiration, méditation…) ;
- proposer une mini-sieste ;
- donner à l'apprenant le rationnel scientifique motivant ces pratiques.

9 Cote, 2016.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

ENRICHIR NOTRE NEUROCHECKLIST

Respecter la mémoire de travail

- ⊙ **lutter contre « la malédiction de l'expert » en réduisant la quantité d'informations fournies ;**
- ⊙ **inciter l'apprenant à construire les *chunks* par la recherche active des idées clés (individuelle puis collective) ;**
- ⊙ **inciter au réflexe de relier chaque nouvelle notion aux *chunks* existants ;**
- ⊙ **inviter à l'échange entre apprenants pour rechercher d'autres liens ;**
- ⊙ **favoriser les conditions de la concentration et en expliquer l'importance physiologique ;**
- ⊙ **prévoir des pauses fréquentes, surtout en début d'apprentissage.**

Structurer-restructurer

- ⊙ **structurer et hiérarchiser le contenu proposé ;**
- ⊙ **accepter que l'apprenant se réapproprie l'information d'une façon différente de la nôtre ;**
- ⊙ **proposer des exercices individuels de déstructuration-restructuration ;**
- ⊙ **encourager et faciliter la restructuration la plus personnelle et créative** (voir chapitre créativité) **;**
- ⊙ **en expliquer le rationnel scientifique pour donner du sens à l'effort.**

Multiplier les indices mémoriels

Indices sémantiques

- ⊙ **fournir l'information avec son contexte ;**
- ⊙ **proposer/demander des métaphores et des analogies ;**
- ⊙ **relier l'information nouvelle aux notions déjà acquises ;**
- ⊙ **varier les angles ;**
- ⊙ **challenger constamment la connaissance ;**
- ⊙ **oser la complexité et les percées transdisciplinaires.**

Indices sensoriels et émotionnels

- ⊙ **prévenir ou réguler les émotions désagréables ;**
- ⊙ **susciter des émotions agréables ;**
- ⊙ **frapper l'esprit par des images fortes ;**
- ⊙ **réaliser la mise en scène du contenu ;**
- ⊙ **proposer des expérimentations ;**
- ⊙ **préparer des effets de surprise ;**
- ⊙ **introduire de la nouveauté (fond ou forme) ;**
- ⊙ **utiliser l'humour, les anecdotes ;**
- ⊙ **faire réaliser des manipulations d'objets ;**
- ⊙ **proposer une chanson…**

Attention : il faut pratiquer un usage mesuré et pertinent des indices sensoriels et émotionnels pour ne pas surcharger inutilement la mémoire de travail.

Répéter

Encourager les efforts de répétition active même non productifs

- ⊙ **répéter les idées clés à la fin de chaque session (en individuel puis corrections) ;**
- ⊙ **proposer des mises en situation deux par deux (« je suis interviewé » ou « je suis le prof ») ;**
- ⊙ **répéter sous différentes formes : changer d'angle, de contexte ;**
- ⊙ **intercaler les sujets façon « mille-feuille » ;**
- ⊙ **fractionner la répétition dans le temps ;**

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@

© Groupe Eyrolles

- pratiquer l'espacement croissant ;
- inciter à l'écriture manuelle ;
- fournir le rationnel scientifique de ces pratiques pour motiver l'effort.

Tester, tester, tester

- dédramatiser et banaliser la pratique du test ;
- expliquer l'intérêt d'apprendre par essai-erreur ;
- expliquer la notion de l'illusion de compétence ;
- valoriser le gain de temps et de performance à la clé (rationnel scientifique) ;
- commencer chaque séquence par un test individuel (quiz plutôt que QCM, questions ouvertes, restitution sur page blanche…) ;
- fournir les bonnes réponses rapidement après le test ;
- gratifier l'expérience par une approche ludique (*serious games*).

S'appuyer sur le mode par défaut du cerveau

- fractionner l'apprentissage en sessions courtes (de 15 à 30 minutes) ;
- proposer des pauses fréquentes ;
- mobiliser régulièrement le corps ;
- intercaler des micro-exercices favorisant le mode par défaut (2-3 minutes de relaxation, respiration, méditation…) ;
- proposer une mini-sieste ;
- donner aux apprenants le rationnel scientifique motivant ces pratiques.

S'adapter au cerveau du débutant

- respecter particulièrement les limites de la mémoire de travail ;
- pratiquer systématiquement le *chunking* ;
- soigner le calendrier de répétition ;
- expliquer les différences débutants-expert pour motiver effort et répétition ;
- objectiver par des critères concrets le stade débutant et le stade expert pour faciliter l'atteinte de l'objectif ;
- inciter à métacognition pour identifier plus facilement les étapes de progrès.

Favoriser les alliés de la mémoire

- susciter un climat de confiance dans le groupe ;
- proposer des exercices favorisant la détente ;
- encourager la pratique de la sieste (eh oui encore !) ;
- encourager l'exercice physique ;
- favoriser les interactions sociales entre apprenants ;
- expliquer l'importance du sommeil (toujours) ;
- proposer repas ou collations équilibrés le cas échéant ;
- motiver ces comportements par le rationnel scientifique.

Faciliter le démarrage par le phénomène d'amorçage

- Annoncer en fin de séquence le contenu de la suivante.

Utiliser la boucle phonologique

- Favoriser la verbalisation par un travail collectif.

Limiter le « par cœur »

- S'il reste incontournable, proposer un moyen mnémotechnique.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

CHAPITRE 6

ÉMOTIONS ET MOTIVATION

Objectifs

- Identifier le rôle des émotions dans l'apprentissage.
- Découvrir comment réguler les émotions pour optimiser l'apprentissage.
- Décrypter en quoi les relations sociales renforcent l'apprentissage.
- Comprendre le rôle de la motivation pour apprendre.
- Saisir le rôle du feedback pour progresser.
- Utiliser la créativité pour mieux apprendre.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nic
© Groupe Eyrolles

Opposées à la raison, les émotions ont longtemps été perçues comme des facteurs qui troublent le jugement, font commettre des erreurs et débouchent sur des comportements aberrants. Si ce point de vue reste encore largement répandu, il est remis en question par les connaissances scientifiques les plus récentes.

La compréhension du lien entre émotions, facultés cognitives et prise de décision a beaucoup progressé depuis les années 1990 grâce aux travaux d'Antonio Damasio[1]. Il est désormais établi que les émotions sont utiles, voire indispensables à l'apprentissage. Ce sont les découvertes récentes en psychologie des émotions et en neurosciences affectives qui ont entraîné ce changement.

C'est à travers un engagement émotionnel dans notre expérience d'apprentissage que nous progressons le mieux. Il s'agit de rechercher dans l'apprentissage ce qui est pertinent pour notre propre vie, et d'identifier dans notre propre vie ce qui peut être pertinent pour ce que nous apprenons. C'est ainsi que l'apprentissage prend sens, ce qui permet de nourrir la motivation indispensable à sa poursuite.

Apprendre, nous l'avons vu, fait sortir l'apprenant de sa zone de confort et requiert un investissement considérable. Il faut à l'être humain de bonnes raisons pour faire des efforts. Émotions et motivation sont étroitement liées. Un certain niveau de stress favorise la performance mais les effets s'inversent au-delà de ce plafond et l'impact est néfaste sur le plan physique et mental.

Si les émotions, lorsqu'elles sont agréables, favorisent l'apprentissage, elles deviennent au contraire un frein lorsqu'elles sont désagréables. Nous allons voir comment il est possible de susciter les unes et de réduire les autres pour faciliter l'apprentissage. Pour apprendre efficacement, il est nécessaire de savoir réguler ses émotions.

Les facteurs sociaux ont un fort impact émotionnel, pour le meilleur comme pour le pire. Une discipline récente, appelée **neurosciences sociales**, *s'intéresse au cerveau dans un contexte social. Elle éclaire la manière fondamentale dont les relations et le cerveau interagissent pour former la base de ce que nous apprenons. Nous allons voir que la relation entre le formateur, l'apprenant et le groupe est au cœur de l'apprentissage. Notre capacité à apprendre est étroitement régulée par la façon dont nous sommes traités.*

Nous abordons aussi dans cette partie le rôle des émotions dans l'intuition et la créativité. Nous verrons qu'elles interviennent là aussi en relation étroite avec la cognition.

LES ÉMOTIONS DANS L'APPRENTISSAGE

Contrairement à ce que l'on a longtemps cru, la pensée et le raisonnement ne s'exercent pas froidement indépendamment des émotions. L'apprentissage suscite des émotions et les émotions ont un impact majeur sur l'apprentissage. Il est aujourd'hui bien démontré que certaines émotions facilitent l'apprentissage et que d'autres le bloquent.

1 Damasio, 1995.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

APPRENDRE PROVOQUE DES ÉMOTIONS

L'apprentissage confronte le sujet à des problèmes qu'il ne sait pas résoudre. Il se trouve déstabilisé sur le plan cognitif et émotionnel, ce qui provoque des sensations désagréables. Le travail mental est particulièrement coûteux en énergie. Apprendre est fatigant. La surcharge cognitive est rapidement engendrée du fait de nos capacités attentionnelles limitées. Fatigue, frustration et découragement guettent l'apprenant dès que les difficultés s'accumulent.

Réussir à dépasser ces difficultés va provoquer des émotions agréables à condition que l'apprentissage prenne place dans un environnement sécurisant. Réaliser qu'apprendre est aussi une source d'émotions positives peut devenir un moteur puissant qui va motiver l'individu à reproduire ces sensations agréables.

Nous sommes généralement conscients de l'impact de nos émotions fortes sur nos pensées. Nous savons qu'une grande colère nous empêche de raisonner correctement. Nous sommes en revanche souvent inconscients de l'impact des émotions plus modérées, alors qu'elles sont déterminantes. Nous allons voir que selon la nature et l'intensité des émotions, celles-ci vont perturber ou guider la concentration et la résolution de problèmes.

L'INTÉRÊT RÉCENT DES SCIENTIFIQUES POUR LES ÉMOTIONS

Longtemps dédaignées par le monde scientifique, les émotions suscitent l'intérêt des chercheurs depuis une vingtaine d'années. Le psychologue Joseph Ledoux, l'un des pionniers de la neurologie des émotions, a révélé l'influence majeure des émotions sur la cognition, en particulier sur la mémoire (voir bibliographie).

Antonio Damasio, en étudiant le comportement de ses patients, a décrit comment les fonctions cognitives sont gravement entravées lorsqu'on est incapable de bien gérer ses émotions.

Les émotions désagréables ont bénéficié en premier lieu de l'intérêt des chercheurs du fait de leur effet potentiellement délétère sur notre fonctionnement. Il est très récent que les émotions positives fassent l'objet d'une plus grande attention sous l'influence du psychologue américain Martin Seligman. De nombreuses études s'y consacrent désormais.

Les neurosciences, notamment grâce à la neuro-imagerie, sont venues confirmer l'étroite intrication des interactions entre les systèmes émotionnel et cognitif[2].

ÉMOTIONS : DE QUOI S'AGIT-IL ?

Il faut savoir que le terme d'« émotion » ne fait pas encore l'objet d'un consensus scientifique quant à sa définition.

L'émotion désigne ce qui nous met en mouvement à l'extérieur comme à l'intérieur de nous-mêmes. Ce puissant moteur de notre fonctionnement sert d'indicateur en nous informant qu'il se passe

2 Immordino-Yang, Damasio, 2007 ; Posner, 2007.

quelque chose d'important et nous permet de mieux y faire face. La finalité des émotions est de nous pousser à agir pour faciliter notre adaptation et augmenter nos chances de survie[3].

Selon Ilios Kotsou, les émotions se déclinent en trois dimensions :

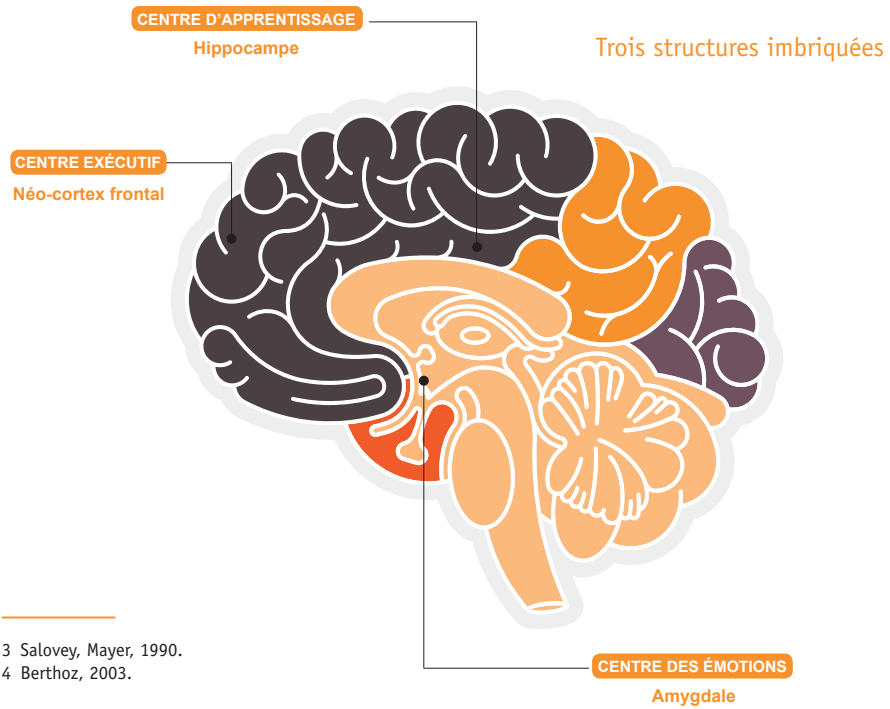
- **l'émotion** visible et détectable dans le corps (par dosage d'hormones par exemple) ;
- **le sentiment,** considéré comme la dimension subjective et cognitive de l'émotion. C'est la perception de l'émotion et de ce qui la cause ;
- **l'humeur,** qui est un état présent en arrière-plan de notre fonctionnement. Elle influence la manière dont nous réagissons.

Le qualificatif de « négatif » pour une émotion n'a rien de péjoratif : il indique simplement sa valence, c'est-à-dire son caractère intrinsèquement désagréable. Les émotions sont toutes utiles, qu'elles soient positives (agréables) ou négatives (désagréables) puisqu'elles sont porteuses d'un message qui nous permet de mieux nous adapter. Elles constituent une réaction à un événement et une préparation à agir. En ce sens, elles servent à évaluer le passé, mais aussi à anticiper le futur[4].

Au-delà des débats concernant leur définition, si une chose est désormais certaine, c'est bien l'impact des émotions sur la cognition. Il est établi que leur lien avec l'apprentissage est étroit et à double sens : l'apprentissage génère des émotions et les émotions conditionnent l'apprentissage.

NEUROBIOLOGIE DES ÉMOTIONS

Différentes structures cérébrales jouent un rôle important dans l'émergence des émotions et leur régulation, notamment l'amygdale, l'hippocampe et le cortex préfrontal.



3 Salovey, Mayer, 1990.
4 Berthoz, 2003.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

L'amygdale joue un rôle fondamental dans la survie de l'individu puisqu'elle constitue le centre d'identification du danger. Elle agit comme une sentinelle qui vérifie l'environnement pour prévenir le cerveau d'un danger potentiel. Elle contrôle le déclenchement des réactions émotionnelles et l'apprentissage du conditionnement, c'est-à-dire l'association entre la stimulation et l'émotion induite. Si la peur y joue un rôle prépondérant, elle est aussi impliquée dans le déclenchement des autres émotions.

L'hippocampe, fortement en contact avec l'amygdale, relie l'émotion au contexte dans lequel elle est intervenue. Il permet de garder le souvenir de l'émotion. Quand l'amygdale est activée par une émotion, elle déclenche des réponses corporelles qui favorisent un encodage plus efficace des souvenirs dans l'hippocampe. C'est pour cela que les événements ayant un impact émotionnel sont mieux mémorisés que les autres.

Le cortex préfrontal, siège des fonctions exécutives, possède aussi de nombreuses connexions avec l'amygdale, ce qui explique l'impact de l'émotion sur la pensée. Associé à la mémoire de travail, le cortex préfrontal confronte l'expérience vécue à l'instant présent aux expériences passées pour permettre la prise de décision. En sens inverse, il joue un rôle important dans la régulation des émotions en inhibant l'amygdale.

Sur le plan biologique, les expériences conduites chez l'homme et l'animal ont mis en évidence le rôle crucial des neurohormones et des neuromédiateurs comme la dopamine et la noradrénaline. Ces substances chimiques régulent le fonctionnement des trois zones décrites et le transfert des souvenirs émotionnels vers la mémoire à long terme[5].

Apprentissage cognitif et apprentissage émotionnel se révèlent ainsi étroitement interdépendants. Ignorer les émotions en matière d'apprentissage revient à se priver d'un levier particulièrement puissant.

ÉMOTION ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION

L'étude scientifique des émotions en laboratoire consiste à provoquer une émotion déterminée et d'évaluer en quoi cette émotion va influencer la cognition. Une étude s'est ainsi penchée sur l'impact de l'humeur sur la perception visuelle[6].

Dans cette expérience, il était d'abord demandé aux sujets d'écrire un texte relatant un événement de leur vie, soit positif, soit négatif, soit neutre, pour induire les états émotionnels correspondants. Ils devaient ensuite réaliser une tâche cognitive simple qui consistait à repérer des triangles et des carrés agencés de façon particulière. Les résultats montrent que les émotions négatives, même de très faible intensité, conduisent à se focaliser sur les détails, alors que l'humeur positive amène à prendre davantage en compte la forme globale.

D'autres travaux ont montré qu'une information est d'autant mieux mémorisée que sa coloration émotionnelle correspond à notre humeur. Lorsque nous sommes d'humeur négative, nous avons tendance à mémoriser en priorité les informations négatives, cohérentes avec l'humeur, et à négliger les informations positives d'une situation. Non seulement notre humeur colore ce que

5 *La Recherche*, 2009.
6 Gasper, 2002.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

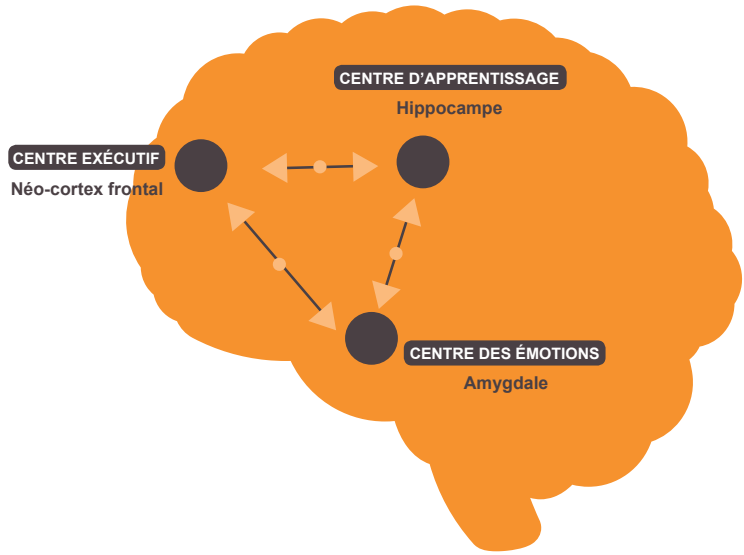
nous percevons mais elle sélectionne aussi ce que nous choisissons inconsciemment de voir, ce qui entraîne une escalade.

Les faits sont là : les émotions, même modérées, influencent nos perceptions sensorielles et modifient le traitement des informations. Ce processus est le plus souvent inconscient, c'est-à-dire qu'il se produit à notre insu[7].

ÉMOTIONS ET COGNITION SONT ÉTROITEMENT INTRIQUÉES

L'apparition d'une émotion induit des changements instantanés et automatiques de l'attention. Celle-ci est détournée de la tâche éventuellement en cours et se focalise sur les éléments directement en lien avec l'émotion, en particulier lorsqu'elle est négative. Tous les indices de dangers potentiels prennent alors un relief particulier (ton de la voix, regard, posture…).

Nos priorités sont remises en question par l'émotion. L'ensemble de nos ressources est mobilisé pour y répondre prioritairement. Les autres objectifs sont désactivés. La peur, en particulier, rigidifie notre système de catégorisation. Notre cerveau fonctionne alors en mode binaire entre danger et sécurité.



Quand l'émotion est intense, cela déclenche une phase réfractaire pendant laquelle nos capacités exécutives sont altérées. Les informations ne sont plus enregistrées, ou alors de façon biaisée. Nos capacités de communication et de prise de décision sont affectées. C'est pour cette raison qu'il est essentiel de réguler ses émotions avant de prendre une décision.

7 Gasper, 2002, pages 34-40 ; Didierjean, 2015.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Quand les émotions négatives, en particulier la peur, se répètent fréquemment, le seuil de perception du danger s'abaisse. L'émotion est activée de plus en plus facilement, ce qui entraîne un cercle vicieux qui s'installe.

L'émotion affecte aussi directement la mémoire : émotions et mémoire sont intimement liées. Comme il est plus facile d'identifier dans le cerveau les systèmes mis en jeu en cas d'émotions négatives, notamment celles qui s'accompagnent de stress, la plupart des études se sont intéressées aux interactions entre la peur et la mémoire. Les travaux sur l'impact des émotions positives sur la mémoire sont beaucoup moins nombreux et plus récents.

Les émotions, en modulant notre attention et notre mémoire, déterminent aussi nos prises de décision.

ÉMOTIONS, STRESS ET COGNITION

Les réactions émotionnelles s'accompagnent souvent d'une réaction de stress, en particulier en cas de peur. Le stress a pour effet d'accroître la libération de neuromédiateurs qui modulent les processus cognitifs. La perception d'un danger, par exemple, déclenche immédiatement la production d'adrénaline puis de cortisol quelques secondes plus tard. Ces hormones modulent notamment l'attention et la mémoire.

Au début du XXe siècle, les chercheurs en psychologie expérimentale ont découvert que l'apprentissage est optimisé par un niveau de pression mesuré. Au-delà de ce niveau, les effets s'inversent. C'est la courbe en U inversé du stress.

Les recherches plus récentes en neurosciences sont venues confirmer et préciser ces données. Elles montrent qu'un niveau de pression modéré augmente la plasticité neuronale en augmentant la transmission de neuromédiateurs et d'hormones de croissance neurale, qui, à leur tour, stimulent la croissance neuronale et renforcent la connectivité neuronale[8]. Quand il n'y a pas assez de pression, le cerveau interrompt la plasticité, ce qui lui permet de conserver son énergie. Un niveau excessif de stress inhibe également la neuroplasticité et donc l'apprentissage.

Le fonctionnement du système limbique, siège des émotions et de la mémoire, et en conséquence, par suite, celui du système cognitif dépendent du réglage précis des différents systèmes neuromodulateurs. Trop ou trop peu d'activité chimique empêche un fonctionnement optimal de ces systèmes.

La réaction de stress est une réaction physiologique d'adaptation à l'environnement. Elle est indispensable à la survie, mais si elle est présente en excès, elle devient délétère pour l'organisme. Le stress en excès a un impact direct sur le cerveau. Il détourne l'attention et réduit les fonctions exécutives comme la mémoire de travail, la mémoire à long terme et la flexibilité cognitive[9]. Il rend l'apprentissage difficile, voire impossible.

L'élévation du taux de cortisol, que ce soit de façon aiguë ou chronique, entraîne des déficits cognitifs et des troubles de la mémoire chez l'animal comme chez l'homme[10]. Le stress chronique

8 Cowan, 2001 ; Jablanska, 1999 ; Myers, 2000 ; Pham, 1997 ; Zou, 1998.
9 Fava, 2012 ; Willis, 2011.
10 McEwen, 1995.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

est particulièrement toxique. Il se traduit par une imprégnation anormalement prolongée du cerveau par le cortisol.

EN FORMATION

Un apprentissage efficace requiert un certain niveau de pression pour mobiliser les ressources cognitives de façon optimale. Au-delà de ce niveau, la capacité d'apprendre est d'autant plus inhibée que le niveau de pression est élevé ou prolongé.

COMMENT LES ÉMOTIONS NÉGATIVES COURT-CIRCUITENT LE RAISONNEMENT

Nous avons vu dans le chapitre 3 que les filtres cognitifs dont nous sommes équipés sélectionnent l'information qui entre dans nos réseaux de neurones. Le filtre émotionnel est particulièrement puissant. Les études de neuro-imagerie montrent comment émotions et stress influencent ce filtrage[11].

En cas d'émotion négative, comme la peur, ou de stress excessif, les performances cognitives sont fortement perturbées. Alors que le stress est une réaction physiologique d'urgence de l'organisme face à la perception d'une menace (réelle ou imaginée), l'anxiété est l'anticipation (justifiée ou non) d'événements menaçants. Nous allons voir comment le cerveau détourne alors son énergie de l'apprentissage pour s'occuper du danger perçu.

Nous avons vu précédemment que l'amygdale joue le rôle de sentinelle des émotions et que l'hippocampe est chargé de les mémoriser. Cette zone est connectée au cortex frontal qui en reçoit les informations et la régule en retour.

Les émotions parviennent d'abord à l'amygdale qui dirige ensuite les informations :
- **soit vers la partie haute du cerveau,** siège des fonctions exécutives ;
- **soit vers la partie basse du cerveau,** siège des automatismes et des réactions instinctives.

C'est la nature et l'intensité des émotions qui déterminent le chemin emprunté : voie haute de la raison ou voie basse de l'instinct. Quand une menace est perçue, l'information prend directement la route basse pour déclencher la réaction automatique de stress (fuite, attaque ou sidération)[12]. Dans ce cas, le système exécutif (voie haute) est court-circuité et les informations ne sont pas accessibles au raisonnement. En cas de danger, réflexes et instinct prennent la main, il n'est plus temps de réfléchir. Ce système est toujours prioritaire puisqu'il assure notre survie.

Dans le cadre de l'apprentissage, le cerveau donne la priorité à ce qui a causé le stress ou l'émotion négative au détriment de la tâche en cours[13]. Un propos dévalorisant, une mimique d'exaspération ou un regard méprisant suffisent à déclencher ce système. Il peut aussi être provoqué par des pensées auto-dévalorisantes en cas de frustration ou de découragement.

Le stress en excès, l'anxiété et les émotions négatives constituent une barrière à l'apprentissage. Savoir les réguler permet de préserver le fonctionnement de la partie haute réfléchie du cerveau. Le sentiment de sécurité est un prérequis pour apprendre.

11 Pawlak, 2003.
12 Raz, 2006.
13 Shim, 2005.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

EN FORMATION

Les états émotionnels liés à la peur ou au stress excessif affectent directement l'attention, la mémoire et la prise de décision. « Un certain niveau d'émotions négatives perturbe, voire empêche l'apprentissage. »*

* OCDE, 2007.

COMMENT LES ÉMOTIONS AGRÉABLES FAVORISENT LA RÉFLEXION

Au-delà d'être un marqueur de notre bien-être, les émotions positives influencent favorablement la façon dont les individus interagissent entre eux et avec leur environnement. Plusieurs études se sont penchées sur l'impact des émotions agréables sur la cognition.

Une expérience a consisté à induire un état émotionnel soit positif, soit négatif en faisant visualiser aux sujets des courts métrages. Ils devaient ensuite réaliser des tâches cognitives de résolution de problème. Les résultats montrent que les personnes exposées à une émotion agréable adoptent une stratégie plus efficace et plus créative[14].

Une autre étude de la même équipe consistait d'abord à provoquer un stress en demandant aux sujets de résoudre un test difficile. Le stress était mesuré par le rythme cardiaque et la pression sanguine. Les sujets étaient ensuite exposés soit à une émotion agréable (suscitée par des clips humoristiques), soit à rien de particulier. Les résultats montrent que les sujets exposés à une émotion agréable régulent plus rapidement leurs indicateurs de stress comparé à ceux qui n'en ont pas bénéficié. Les émotions agréables favorisent la récupération après un épisode de stress.

Alice Isen a montré l'impact des émotions positives sur le diagnostic des médecins dans une étude qui consistait à induire une humeur positive dans un groupe (en leur donnant des bonbons) et de le comparer à un groupe qui ne recevait rien de particulier. Le résultat montre que les médecins avec une humeur positive posent un diagnostic plus rapide, intègrent mieux les informations et sont plus performants dans leur diagnostic que ceux qui n'ont rien reçu[15].

Dans une autre étude, Isen a mis en évidence que, lors d'une négociation complexe, les sujets de bonne humeur sont plus susceptibles de trouver une solution « gagnant-gagnant ».

Alors qu'une humeur négative suffit à réduire la flexibilité cognitive[16], il apparaît que, lorsqu'un individu vit des émotions positives, il a accès à davantage de ressources intellectuelles et psychologiques. Sa flexibilité augmente, ce qui favorise la curiosité, l'exploration, l'apprentissage et la créativité.

Contrairement aux émotions désagréables dont l'effet est de réduire le champ d'action en focalisant l'individu sur la source de ses émotions, les émotions agréables semblent au contraire avoir un effet d'élargissement de la pensée et du comportement. Leur influence apparaît favorable, tant sur le bien-être que sur la performance.

14 Fredrickson, 2003.
15 Isen, 1987.
16 Luminet, 2016.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

IMPACT DE L'HUMEUR SUR LA CRÉATIVITÉ

Nous avons vu que des personnes qui vivent des émotions positives focalisent moins leur attention sur les détails d'une scène visuelle et la regardent plutôt dans son ensemble. Parallèlement, il leur vient davantage d'idées à l'esprit, et des idées plus variées. Il semble que l'humeur positive ait un impact positif sur la créativité. Nous y reviendrons plus loin dans la section dédiée à la créativité.

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

L'humeur

Sur le plan fonctionnel, l'humeur positive correspond à une diminution de l'activité de l'amygdale et à une augmentation de l'activité de l'aire para-hippocampique qui permet d'élargir le champ de l'attention. En cas d'émotions négatives, l'amygdale s'active et l'aire para-hippocampique diminue en activité, ce qui se manifeste par le fait que le sujet focalise son attention sur les détails et diminue sa capacité d'exploration. L'effet sur l'attention qui se manifeste quand la personne est dans une humeur positive porte le nom d'*attention élargie**.

* Schmitz, 2009.

COMMENT RÉGULER LES ÉMOTIONS EN PRATIQUE

Pour favoriser la voie haute de la réflexion et faciliter ainsi l'apprentissage, des marges de manœuvre se dégagent :

- **limiter l'induction d'émotions négatives** et réguler le stress ;
- **favoriser l'induction d'émotions positives.**

TRAQUER LES SOURCES DE STRESS EXCESSIF

Vous l'avez compris, connaître les principales sources de stress pour l'apprenant permet de mieux les anticiper. Si les sources de stress aigu sont généralement connues (passer un examen par exemple), le cumul de stress de faible intensité mais répété peut être ignoré malgré les dégâts engendrés sur la durée.

Voici les sources de stress les plus fréquentes chez l'apprenant :

- **la surcharge cognitive.** La mise en œuvre du système 2 (voir chapitre 3), coûteux en énergie et incertain dans son résultat, génère une tension mentale (état d'alerte, anxiété) et physique (accélération cardiaque, tension musculaire). La surcharge cognitive est une des premières causes de stress liée à l'apprentissage ;
- **l'incompréhension.** Ne pas comprendre est inévitable et particulièrement stressant pour l'apprenant. C'est une source de frustration récurrente. L'anxiété liée au sentiment de perdre pied peut déclencher des réactions agressives ou un retrait ;
- **la peur de se tromper.** Dans notre culture, l'erreur est le plus souvent considérée comme un échec. Or, apprendre, c'est prendre le risque de se tromper. Une des plus grandes craintes de

© Groupe Eyrolles

l'apprenant est de commettre des erreurs. Sa posture est vulnérable car il s'expose au regard de l'enseignant et de ses pairs. Estime de soi et confiance en soi sont en jeu ;

- **la crainte d'être jugé.** Dans nos sociétés modernes, le stress est avant tout d'ordre social. Un sentiment d'échec, des propos subtilement dévalorisants ou un regard perçu comme réprobateur suffisent à le déclencher. Nous verrons plus loin que les interactions que nous avons avec les autres affectent directement la réceptivité de notre cerveau à l'apprentissage ;
- **un cadre de vie stressant.** Le stress lié à l'apprentissage n'est pas le seul à intervenir. Des niveaux élevés de tension dans la vie professionnelle ou privée diminuent la capacité à apprendre en détournant les ressources cognitives vers l'objet des préoccupations. L'effet est cumulatif. Une hygiène de vie insuffisante, en particulier le manque de sommeil, aggrave encore les effets du stress en excès.

RASSURER POUR FACILITER

La neuro-imagerie révèle qu'en l'absence de menace, notre attention est particulièrement réceptive à la nouveauté et au changement [17]. Un environnement sécurisant sur le plan émotionnel aide à lever les inhibitions, facilite les comportements d'exploration et favorise l'engagement. Il est démontré qu'un climat rassurant permet au cerveau exécutif de travailler dans de bonnes conditions [18].

Si une action apparaît prioritaire, c'est de lutter contre la peur de se tromper, omniprésente chez l'apprenant. Notre cerveau apprend par essai-erreur. Autrement dit, l'erreur est pour notre cerveau une information aussi utile que la réussite. C'est en étant exposé à l'essai-erreur et à la correction de façon répétitive que l'on apprend le mieux.

L'idée n'est pas seulement de tolérer l'erreur mais de l'accueillir comme une manifestation essentielle du processus d'apprentissage. Dédramatiser l'erreur incite l'apprenant à multiplier ses prises de risque, ce qui favorise sa progression. Le faire explicitement et de façon répétée aide l'apprenant à surmonter progressivement son appréhension.

CHANGER LES CROYANCES SUR LE CERVEAU

Rencontrer des difficultés est normal et fait partie du processus d'apprentissage. Une étude réalisée chez des enfants de 11 ans montre que les élèves qui reçoivent cette explication rassurante ont de meilleurs résultats aux tests de compréhension et de mémoire que ceux qui n'ont pas reçu cette explication [19].

Une étude américaine a montré que changer les croyances des élèves sur le cerveau en leur montrant que l'intelligence peut se développer au fil du temps a pour effet d'augmenter la performance [20].

Une idée nouvelle et puissante est d'enseigner aux apprenants comment leur cerveau fonctionne pour leur permettre de mieux comprendre ce qui détermine la formation des réseaux neuronaux. Quand les apprenants comprennent le fonctionnement de leur propre cerveau, ils peuvent alors prendre la responsabilité de leur apprentissage [21].

17 Wang, 2005.
18 Pawlak, 2003.
19 Autin, 2012.
20 Blackwell, 2007.
21 Siegel, 2012.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

REPÉRER LE POINT DE BASCULE

Nous avons vu plus haut que le niveau de pression (stress) a un fort impact sur l'apprentissage. Comment repérer le point de bascule au-delà duquel performance et motivation déclinent ?

C'est l'humeur et le comportement des apprenants qui fournissent les clés pour détecter ce passage. Lorsque les sujets sont au sommet de la courbe, leur humeur est positive, ils sont attentifs et leur engagement dans l'instant présent de leur apprentissage est manifeste. C'est l'état de *flow* décrit par le psychologue Mihály Csíkszentmihályi [22]. Nous y reviendrons dans la section consacrée à la motivation.

Une modification de l'attention et de l'humeur à la baisse indique que l'apprenant sort de l'état psychologique optimal. Il peut s'agir de trop ou trop peu de pression appliquée. Les manifestations d'anxiété qui accompagnent l'excès de stress sont l'agitation, le retrait ou l'agressivité.

La difficulté pour le formateur vient de ce que les apprenants se présentent avec un très large spectre de compétences cognitives et émotionnelles. Le seuil de bascule est très variable d'un sujet à l'autre et varie dans le temps pour un même individu.

Apprendre à repérer les signaux d'un excès de stress permet d'intervenir avant que l'apprenant ne soit trop frustré ou découragé, ce qui entraîne un cercle vicieux puisque cet état pénalise ses facultés exécutives. La surcharge cognitive étant une des causes principales de stress en excès, une simple pause peut suffire à recharger les batteries, à condition d'intervenir dès les premiers signaux d'alerte. Une autre action utile est de verbaliser sa perception d'un excès de pression et d'en demander confirmation aux apprenants.

RÉGULER ACTIVEMENT LE STRESS

Le stress n'a jamais été aussi présent dans nos vies professionnelles et cette tendance ne fait que s'accentuer [23]. Nous l'avons vu, le stress en excès bloque les capacités d'apprentissage. À une époque où il est vital d'apprendre vite pour s'adapter aux changements rapides d'environnement, savoir réguler le stress devient une compétence essentielle.

22 Csíkszentmihályi, 1990.
23 Légeron, 2015.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

EN PRATIQUE

Selon le psychiatre Patrick Légeron, quatre axes de régulation du stress font la démonstration de leur efficacité. Il s'agit de :

- l'exercice physique ;
- la relaxation ;
- le recadrage de la pensée ;
- l'affirmation de soi.

Intégrer des outils de régulation du stress au sein même de la formation nous paraît utile même si cela demande de l'imagination et de l'audace. À titre d'exemple, voici quelques techniques que nous expérimentons actuellement dans nos formations :

- 10 minutes de sieste collective après le repas (chacun s'installe comme il veut) ;
- 5 minutes d'étirements (mouvements de stretching) ;
- 3 minutes de respiration ventrale profonde ;
- 5 minutes d'autohypnose ;
- 2 minutes de méditation simple (suivre ses battements cardiaques ou sa respiration) ;
- 5 minutes de marche méditative en salle (marche au ralenti en conscience).

Certaines de ces techniques demandent un petit entraînement préalable de l'animateur. Elles sont d'autant plus crédibles et faciles à transmettre qu'elles sont utilisées à titre personnel par l'animateur. Dans notre expérience, ces exercices sont très bien accueillis, en particulier lorsqu'ils s'accompagnent d'une explication pédagogique (toujours penser à donner du sens). Nous incitons nos apprenants à les intégrer dans leur hygiène de vie quotidienne pour gagner en énergie et en bien-être.

Nous vous suggérons d'en choisir trois ou quatre avec lesquels vous vous sentez à l'aise et de les répartir à intervalles réguliers (par exemple toutes les heures, voire davantage si l'attention est très sollicitée).

Ces exercices de récupération permettent au corps de se détendre et à l'esprit de vagabonder utilement pour l'apprentissage (voir plus loin la section créativité de ce chapitre).

Pour favoriser encore la régulation du stress et des émotions négatives, développer ses compétences émotionnelles apparaît comme un axe déterminant. Nous y consacrons les prochains paragraphes.

INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE ET RÉSISTANCE AU STRESS

L'évidence s'impose : les émotions font partie intégrante du processus d'apprentissage. Apprendre à les réguler au même titre que l'on apprend les mathématiques ou la lecture fait de plus en plus sens.

Une étude réalisée chez les infirmières a montré la corrélation entre intelligence émotionnelle élevée et niveau de « burn out » et de plainte somatique plus bas que la moyenne[24]. Il existe un lien avéré entre intelligence émotionnelle et résistance au stress[25].

24 Mikolajczak, 2007.
25 Mikolajczak, 2006.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

De plus, l'intelligence émotionnelle a une influence positive marquée sur la qualité des interactions sociales[26]. Nous verrons plus loin que la nature des relations dans le contexte de l'apprentissage joue un rôle majeur.

Si le rapport de l'OCDE (2007) préconise d'enseigner les compétences de l'intelligence émotionnelle dès les petites classes, c'est en raison de ses multiples bénéfices pour les apprenants. Développer des programmes éducatifs de ce type facilite l'apprentissage et la vie sociale qui lui est indispensable.

LE CONCEPT D'INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE

Les premiers travaux académiques sur l'*intelligence émotionnelle* (IE) sont apparus au début des années 1990 sous l'impulsion des psychologues américains Peter Salovey et John Mayer. Considérés comme les pères de ce concept, ils le définissent comme « l'habileté à percevoir et à exprimer les émotions, à les intégrer pour faciliter la pensée, à comprendre et à raisonner avec les émotions, ainsi qu'à réguler les émotions chez soi et chez les autres »[27].

Daniel Goleman, psychologue et journaliste scientifique, est souvent pris à tort comme le précurseur de ce concept. En réalité, il a repris les avancées des deux chercheurs tout en débordant du cadre originel en élargissant le concept à d'autres notions (relevant d'après lui du *caractère*). Il est aussi allé plus loin en affirmant la supériorité de l'IE, comparée à l'intelligence traditionnellement mesurée par le QI. L'ouvrage de vulgarisation qu'il a publié en 1995 a suscité une énorme couverture médiatique. Une déferlante de produits commerciaux lui a succédé.

Selon Salovey et Mayer, c'est uniquement au niveau de l'interaction entre les émotions et les cognitions que doit se situer le concept d'intelligence émotionnelle[28]. Il recouvre la capacité variable des individus à traiter l'information de nature émotionnelle et à établir un lien entre ce traitement émotionnel et la cognition générale. Ces aptitudes, que nous allons détailler, peuvent faire l'objet d'un apprentissage spécifique.

LES COMPÉTENCES EN JEU

Le domaine de l'intelligence émotionnelle s'est beaucoup développé depuis vingt ans. Les définitions, modèles, tests et concepts se sont multipliés. L'un des experts européens du sujet, le psychologue Ilios Kotsou, la présente comme l'interaction harmonieuse de l'émotion, de la cognition et de la sensation. Cette définition souligne l'importance de l'unité du fonctionnement corps-esprit en interaction avec l'environnement physique et social.

L'IE est à l'œuvre, selon lui, quand on est capable d'exprimer ses émotions de manière pertinente en fonction du contexte et de ses objectifs, et que l'on peut faciliter l'expression des émotions de ses interlocuteurs. Les compétences ainsi engagées s'expriment à deux niveaux.

⊙ **Au niveau intrapersonnel** (celui de la relation à soi), il s'agit de la capacité à :

- identifier ses émotions ;
- les exprimer ;

26 Lopes, 2004.
27 Mayer, 1997.
28 Mayer, 2000 ; Mayer, 2003.

© Groupe Eyrolles

- comprendre son vécu émotionnel dans le contexte ;
- réguler ses émotions désagréables ;
- faire de ses émotions positives un point fort.

⊙ **Au niveau interpersonnel** (celui de la relation à l'autre), il s'agit de la capacité à :

- identifier les émotions chez les autres ;
- leur permettre de les exprimer et faciliter cette expression ;
- comprendre le vécu et les réactions de ses interlocuteurs ;
- réguler les émotions désagréables (dans le cadre d'un conflit, par exemple) ;
- réguler les émotions positives (pour favoriser la motivation, par exemple).

Malgré l'absence de consensus scientifique sur la notion d'intelligence émotionnelle, un point semble rallier les avis : les compétences qu'elle recouvre facilitent la régulation émotionnelle et favorisent de ce fait apprentissage et interactions sociales.

CONTAGION ÉMOTIONNELLE ET RÔLE DU LEADER

De nombreuses recherches sur la contagion émotionnelle démontrent que la gestion des émotions du leader d'un groupe a un impact direct sur l'humeur et la performance du groupe[29].

Dans une expérience sur les effets d'une émotion agréable sur le groupe, Barsade a montré qu'un groupe gagné par les émotions agréables démontrait plus de coopération et un niveau de performance supérieur[30].

Selon Kotsou, huit qualités favorisent le management émotionnellement intelligent d'un groupe :

⊙ **l'authenticité ;**
⊙ **une culture d'acceptation des émotions ;**
⊙ **une attention aux expressions positives ;**
⊙ **l'expression de signes de reconnaissance ;**
⊙ **le partage et l'ouverture ;**
⊙ **la gestion des conflits ;**
⊙ **la prise de décision ;**
⊙ **la résolution des problèmes.**

Propager des émotions positives est une compétence de l'intelligence émotionnelle. L'habileté à faire de ses émotions un point fort, en les utilisant pour être plus créatif, et la capacité à créer un environnement motivant se révèlent une forte valeur ajoutée professionnelle dans tous les domaines. Elle apparaît comme centrale pour un professionnel de la formation.

COMMENT DÉVELOPPER SON INTELLIGENCE ÉMOTIONNELLE ?

Si l'autorégulation des émotions est désormais identifiée comme une compétence clé en matière d'apprentissage tant chez l'enfant que chez l'adulte, elle est encore rarement enseignée.

29 Sy, 2005.
30 Barsade, 1998.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Une étude récente a montré que nommer les émotions ressenties diminue la réactivité de l'amygdale aux images émotionnellement négatives[31]. Autrement dit, le simple fait de verbaliser une émotion contribue à la réguler. Notre culture ne nous prépare pas à poser des mots sur ce que nous ressentons ou sur ce que les autres manifestent non verbalement. Ce point est pourtant prioritaire à intégrer pour progresser.

Un autre aspect important et souvent négligé est que les émotions sont des signaux dont la signification demande à être prise en compte. Elles indiquent le niveau de satisfaction des besoins. Lorsqu'elles sont positives, c'est que le besoin est satisfait. Lorsqu'elles sont négatives, c'est que le besoin est insatisfait. Il est alors important d'identifier le besoin caché derrière l'émotion (chez soi ou chez l'autre) pour pouvoir le satisfaire. Il n'est pas toujours facile de mettre le doigt dessus mais, s'il n'est pas pris en compte, l'émotion se manifestera de nouveau. Dans le cadre de l'apprentissage, il faut rester en particulier vigilant sur :

- **les besoins physiques** tels que se reposer, bouger, manger, être à la bonne température… ;
- **les besoins psychologiques** tels que se sentir en sécurité (confiance en l'autre), le besoin de sens (comprendre), le besoin d'autonomie (avoir des choix), le besoin de se sentir compétent… Nous reviendrons sur ces aspects dans la section motivation.

En pratique, Kotsou propose une régulation des émotions en trois points :

- **reconnaître et accueillir l'émotion ;**
- **identifier le besoin** qui se cache derrière l'émotion et en prendre soin ;
- **gérer ses pensées** en questionnant ses croyances, en changeant les règles que l'on a adoptées si elles ne fonctionnent pas, en recadrant les difficultés de manière positive (par exemple, en rappelant qu'elles sont la manifestation de l'apprentissage en cours).

Il est important de savoir que le cortex préfrontal, et donc la capacité à réguler les émotions, n'atteint sa maturité adulte que vers 25 ans. Les différences de compétences émotionnelles d'une personne à l'autre sont très variables. La recherche montre cependant que, globalement, plus on avance en âge, mieux on régule ses émotions. C'est probablement le résultat de l'expérience « terrain » accumulée.

JOUER POUR ACTIVER FAVORABLEMENT LES ÉMOTIONS

Il est démontré que, chez l'enfant, le jeu facilite la motivation en matière d'apprentissage, comparé à une méthode traditionnelle sur le même sujet.

En effet, jouer implique une démarche active et facilite ainsi le passage à l'action. Les sens sont stimulés et ils procurent des émotions agréables. Les possibilités de simulation contribuent au développement de stratégies et de compétences.

Un autre avantage du jeu est qu'il peut être utilisé individuellement pour diminuer le stress lié au risque d'erreur. L'apprenant n'a pas alors à se soucier du regard des autres. Le contexte ludique lui permet de dédramatiser l'erreur et de l'accueillir plus sereinement.

31 Lieberman, 2007.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

LE RIRE : UN ANTIDOTE NATUREL AU STRESS

Dans l'étude de Fredrickson de 2003 (voir bibliographie), les sujets stressés récupéraient plus vite après avoir visionné des clips humoristiques. Depuis une dizaine d'années, les scientifiques se penchent sur les processus cérébraux en jeu dans l'humour.

Une situation humoristique contient des éléments inattendus qui provoquent une surprise. Il intervient alors un processus en deux temps.

- **L'attention est mobilisée** pour résoudre l'incongruité présentée.
- **La résolution provoque une émotion positive** et un ressenti de bien-être.

L'humour détourne donc l'attention du processus cognitif préalablement en cours (pensée critique, par exemple) et désamorce les pensées négatives qui lui étaient associées[32]. C'est une arme particulièrement efficace contre les argumentations critiques et les émotions négatives car elle a pour effet de réduire les résistances[33]. De plus, comme les émotions renforcent la mémoire, le souvenir sera mieux conservé et son évocation sera associée à une sensation agréable.

On comprend mieux que l'humour soit si fréquemment utilisé en publicité ou en politique pour réduire les résistances du public visé. Le professionnel de la formation a la possibilité de l'utiliser de façon bien plus éthique pour augmenter le confort de l'apprenant et faciliter son apprentissage.

L'IMPACT DES RELATIONS SUR L'APPRENTISSAGE

Les facteurs sociaux ont un fort impact émotionnel, c'est pourquoi nous avons choisi de les traiter ici. Le stress de l'apprenant, en particulier, est souvent d'origine sociale (peur d'être jugé, crainte d'être rejeté par le groupe).

Des domaines émergents comme les neurosciences sociales et affectives tentent de relier la biologie aux sciences sociales en explorant notamment comment les interactions entre individus retentissent sur la cognition[34]. Ces connaissances permettent de mieux comprendre comment le cerveau est modelé par les relations et en quoi ces connaissances peuvent s'appliquer à l'éducation.

Nous allons voir que la qualité des relations détermine si l'influence qu'elles exercent se fait dans un sens favorable ou défavorable à l'apprentissage.

LE CERVEAU EN TANT QU'ORGANE SOCIAL D'ADAPTATION

C'est à partir des années 1970 que les neuroscientifiques ont commencé à découvrir l'impact profond des relations sociales sur l'anatomie et la biologie de notre cerveau. La conception du cerveau en tant qu'organe social en a émergé.

Les chercheurs font l'hypothèse que notre cerveau hautement social a évolué en ce sens pour assurer notre survie. La grande taille de notre cerveau, en proportion du corps, permet de traiter

32 Didierjean, 2015.
33 Strick, 2009 et 2012.
34 Siegel, 2012.

la vaste quantité d'informations issues du groupe social. Elle assure une grande flexibilité face aux situations extrêmement variées de cet environnement.

L'approche du cerveau en tant qu'organe social est validée par des milliers d'études qui attestent de l'impact majeur des relations sur la santé physique et mentale. Les relations influencent et remodèlent le cerveau tout au long de la vie. Leur influence sur la neuroplasticité et l'apprentissage est désormais établie.

INTERACTIONS SOCIALES ET APPRENTISSAGE

Le cerveau a évolué pour apprendre au travers des interactions entre personnes au sein du groupe. Notre capacité à apprendre est étroitement dépendante de la qualité de nos relations, non seulement avec l'enseignant, mais aussi avec nos pairs, la famille, les amis et la communauté.

Alors que les enseignants s'attachent en priorité au contenu de leur enseignement, la psychologie et les neurosciences suggèrent que c'est le type de relation qu'ils instaurent avec leurs élèves et l'environnement émotionnel de leur classe qui vont créer les régulateurs fondamentaux de la neuroplasticité.

Il apparaît que la qualité de nos relations compte autant que le curriculum, les tests et la technologie mis en œuvre pour apprendre. Or, d'après Immordano-Yang, dans la plupart des approches de l'éducation fondées sur la connaissance du cerveau, il manque la prise en compte de la dimension sociale du cerveau humain. Il est crucial de considérer l'impact des relations, tant pour profiter de leur effet de levier que pour réduire la source importante de stress qu'elles représentent.

Même en l'absence d'échange verbal, nous communiquons en permanence avec les autres à travers nos expressions faciales, des contacts visuels ou des contacts physiques. Ces échanges régulent et remodèlent notre cerveau à chaque instant. Sur le plan biologique, la production d'une hormone appelée ocytocine joue un rôle fondamental dans les relations sociales, la régulation des émotions, et donc l'apprentissage.

EN FORMATION ET DIGITAL LEARNING

Ces apports des neurosciences sont essentiels en formation. Ils viennent éclairer scientifiquement les vertus de la formation présentielle et de sa dynamique de groupe, mais également le succès des nouvelles approches pédagogiques digitales :

- le *peer-to-peer learning* (formation et évaluation entre pairs et par les pairs) ;
- le *social learning* (usage des fonctionnalités des réseaux sociaux en formation) ;
- le rôle du *mentoring* dans l'accompagnement pour les MOOC (abréviation anglaise de Massive Open Online Course, qui désigne des cours en ligne gratuits et suivis par un très grand nombre d'apprenants). Le taux de complétion de ces parcours d'autoformation est bien plus performant lorsqu'on ajoute de l'humain dans les interactions.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

LA QUALITÉ DE LA RELATION

Les travaux réalisés en milieu scolaire révèlent que la qualité de la relation enseignant-apprenant a un impact majeur sur l'apprentissage. Un effet rémanent est même observé jusqu'à dix ans après chez les élèves ayant bénéficié d'une relation de qualité en début de scolarité[35].

Dans une méta-analyse de 600 études, John Hattie a mesuré l'impact de différents facteurs sur l'apprentissage à l'école. Ses résultats montrent que la qualité de la relation enseignement-apprenant compte autant que la qualité du contenu de l'enseignement. Les caractéristiques essentielles d'une relation de qualité qui en ressortent sont :

- **la non-directivité ;**
- **l'empathie et la chaleur relationnelle ;**
- **les encouragements ;**
- **le feedback.**

En proposant un environnement sécurisant, l'enseignant favorise la régulation émotionnelle. Susciter un climat de confiance revient à optimiser la neuroplasticité et favorise les nouveaux apprentissages[36].

Différents travaux soulignent l'importance d'associer une attitude encourageante à un niveau de « challenge » suffisant, pour permette un apprentissage optimal. Cette posture crée l'état d'esprit qui fait que l'apprenant va être le plus à même d'intégrer, de se rappeler et d'utiliser ses apprentissages.

EN FORMATION

« Les interactions sociales ont un impact direct sur la capacité du cerveau à apprendre de façon optimale » (OCDE, 2007).

Si le groupe peut être une source importante de stress, il représente aussi un levier puissant pour susciter des émotions positives. Cela souligne l'importance de stimuler la dimension sociale du groupe dans l'apprentissage[37].

L'INTÉRÊT DU STORYTELLING

Lorsque les informations nous sont délivrées de façon rationnelle et factuelle, une petite région du cerveau s'active. Ce sont les aires du traitement du langage et de la compréhension qui se mobilisent. Alors que les mêmes informations délivrées sous forme narrative activent plus fortement le cerveau.

En sollicitant l'imagination, l'histoire engage de nombreuses zones cérébrales. Elle vient stimuler les régions sensorielles, motrices, affectives et cognitives[38]. Des images en trois dimensions s'élaborent, le sujet « vit » l'action en cours comme au cinéma.

35 Demanet, 2012 ; Allen, 2011.
36 Kegan, 2000.
37 Botella, 2015 ; Immordino-Yang, 2016 ; Hattie, 2009.
38 Siegel, 2012.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

L'impact du storytelling est multiple :

- **sur l'attention.** Nous l'avons vu, les sensations et les émotions capturent littéralement l'attention. La tension engendrée par l'histoire maintient l'attention pendant tout son déroulé ;
- **sur la compréhension.** L'histoire a un début, un milieu et une fin, ce qui en facilite la compréhension. Elle donne du sens à chaque information qui trouve sa place dans un ensemble dont les parties sont reliées ;
- **sur la mémoire.** Chaque sensation provoquée, chaque émotion suscitée vient renforcer la trame de la mémoire. Images, sons, odeurs et émotions constituent autant d'indices de récupération permettant de « tirer » le fil du souvenir ;
- **sur la motivation.** Le plaisir et les émotions provoqués engagent l'apprenant et contribuent à sa motivation. Nous l'avons vu : en l'absence d'émotion, pas de motivation.

C'est pour toutes ces raisons que les publicitaires mettent en scène leurs produits sous forme de micro-histoires. Sensations et émotions provoquées favorisent l'attention et la mémorisation chez le consommateur. La compréhension est facilitée et, cerise sur le gâteau, l'émotion, en particulier celle qui s'associe au rire, réduit les résistances éventuelles (voir le paragraphe sur le rire et l'humour un peu plus haut).

Le storytelling est ainsi particulièrement intéressant en formation. Il suscite des pensées et des émotions. Il stimule les sens et la production d'images. Autrement dit, tout ce dont on a besoin pour capter l'attention, faciliter la mémorisation et favoriser la motivation.

Appliquer la structure narrative du storytelling au contenu de formation s'apprend. Contrairement aux idées reçues, les sujets les plus arides s'y prêtent. Nous vous recommandons à cet égard les ouvrages de la Française experte du storytelling en entreprise Yaël Gabison (voir bibliographie).

LA MOTIVATION

La motivation fait l'objet de nombreux travaux de recherche en psychologie. Il existe des dizaines de théories et autant de définitions. Nous avons choisi de nous pencher sur les travaux qui font référence dans le domaine de l'apprentissage. Les neurosciences contribuent aussi depuis peu à explorer la motivation en étudiant notamment les processus neurobiologiques qui la sous-tendent.

La motivation est considérée comme un centre de régulation biologique, cognitive et sociale des individus. En matière d'apprentissage, si des forces puissantes nous incitent à augmenter nos connaissances, des freins sont aussi à l'œuvre pour nous entraver dans nos progrès. Fournir l'effort d'apprendre ne va pas de soi. Nous allons voir comment le cerveau négocie, plus ou moins facilement, les obstacles à sa progression.

DES FREINS À SURMONTER

Pour s'adapter aux changements de l'environnement tout en préservant son équilibre, notre organisme active à chaque instant des systèmes de freinage et des systèmes d'accélération. Les principaux freins biologiques à l'apprentissage sont :

- **une capacité attentionnelle limitée ;**

© Groupe Eyrolles

- **un organisme économe en énergie ;**
- **une aversion au risque ;**
- **une inclinaison naturelle à éviter les émotions négatives de l'échec.**

Du fait de notre capacité d'attention limitée, apprendre requiert un effort intense. Notre organisme oppose une résistance spontanée au gaspillage de nos ressources physiques et mentales. Le principe du moindre effort, économe, s'impose naturellement comme le mode par défaut.

Apprendre implique aussi de s'aventurer sur des chemins inconnus où l'on est exposé, vulnérable, et certain par avance de commettre des erreurs. Or, l'homme présente une aversion naturelle au risque et préfère souvent s'abstenir en cas de doute.

Éviter un échec est une motivation beaucoup plus puissante que de gagner un bénéfice de la même taille. En matière d'émotion, le négatif pèse plus lourd que le positif. En conséquence, ne pas perdre est plus important que gagner. Il s'agit d'un biais cognitif appelé « aversion à la perte ».

Comment parvenons-nous à lutter contre ces pentes naturelles ? C'est là que la motivation intervient.

QU'EST-CE QUE LA MOTIVATION ?

Les processus cérébraux associés à la motivation se sont mis en place au cours de l'évolution pour favoriser les comportements utiles à l'espèce humaine. La finalité de la motivation est d'assurer la transmission de nos gènes.

La motivation est considérée par Ryan et Deci comme « une source d'énergie, une direction ou encore la persévérance que les individus éprouvent dans leurs actions ainsi que dans leurs intentions »[39]. Cette force mentale nous pousse à passer à l'action et nous aide à mobiliser les ressources physiques et psychiques nécessaires à l'atteinte de l'objectif fixé. Dans le cadre de l'apprentissage, c'est elle qui nous permet de fournir les efforts nécessaires à l'acquisition de connaissances ou de savoir-faire nouveaux.

Les émotions constituent une pièce maîtresse de la motivation à agir[40]. Elles nous incitent à passer à l'action et déterminent le type d'action à adopter (attaquer en cas de colère, fuir en cas de peur…). Nous sommes programmés pour éviter les expériences qui nous sont désagréables (en général défavorables à notre survie) et rechercher celles qui sont agréables (en général favorables à notre survie).

LE CONDITIONNEMENT OPÉRANT

Inspiré par les travaux de Pavlov sur le conditionnement classique, le psychologue américain Burrhus Skinner est à l'origine du concept de *conditionnement opérant*. C'est dans les années 1930 qu'il met au point une expérimentation étudiant l'effet, non plus d'un son, mais d'une récompense chez l'animal. Dans la cage de Skinner, les rats apprennent à appuyer sur un levier pour obtenir de la nourriture, ce qui les incite à recommencer. Dans d'autres expériences, le levier déclenche une décharge électrique, ce qui incite au contraire le rat à s'abstenir de l'activer.

39 Deci, 2000.
40 Ravat, 2007.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ces travaux sont à l'origine de ce qu'on appelle en psychologie le *renforcement*. Il désigne un procédé qui augmente la probabilité de répétition d'un comportement (il est dit positif quand le stimulus proposé est agréable). Ce processus est à l'origine de presque tous les apprentissages. Nous partageons cette caractéristique de base avec les animaux. Il est important de noter que plus le renforcement intervient tôt après l'action que l'on veut encourager, plus il est efficace. Nous y reviendrons au sujet du feedback.

C'est vingt ans plus tard, en utilisant la cage de Skinner, que deux autres chercheurs, Olds et Milner, font une autre découverte majeure. Cette fois, au lieu de récompenser le rat par de la nourriture, ils implantent des électrodes dans une région particulière de son cerveau que le rat peut activer électriquement en appuyant sur le levier. Ils observent alors que le rat s'autostimule sans arrêt. Il ne prend même plus le temps de manger et finit par mourir d'épuisement si on le laisse poursuivre. C'est ainsi que le circuit de la récompense est mis en évidence dans les années 1950.

PLAISIR ET DÉPLAISIR : UNE QUESTION DE SURVIE

Les recherches en neurosciences ont confirmé que le circuit de la récompense est un réseau de neurones particulier dont l'activité est au cœur des mécanismes mis en jeu dans la motivation. Il s'agit de plusieurs structures cérébrales qui communiquent entre elles. Elles sont reliées à différentes régions du cortex comme le territoire moteur pour initier les mouvements ou le cortex préfrontal, pour agir sur les fonctions cognitives supérieures. Elles sont aussi connectées aux centres cérébraux de la mémoire et des émotions, l'amygdale et l'hippocampe.

La récompense agit sur le cerveau à deux niveaux :

- **comportemental,** nous tendons à reproduire les actions qui ont provoqué la récompense ;
- **affectif,** nous accordons une valeur à l'action qui a provoqué la récompense.

Ce réseau neuronal nous indique à chaque instant l'état physique et psychique dans lequel nous nous trouvons. Il s'active lorsque nous comblons nos besoins physiques et psychiques. Il libère alors de la dopamine, ce qui entraîne une sensation de plaisir. Celle-ci nous incite à reproduire les comportements qui l'ont déclenchée.

L'évolution nous a dotés d'une sensation agréable (le plaisir) qui permet au cerveau d'estimer combien une chose est bonne pour nous. Rechercher des situations agréables revient en général à produire des comportements favorables à la survie de notre espèce.

Les neuroscientifiques ont mis au jour un système cérébral capable d'attribuer des valeurs subjectives aux expériences que nous faisons. Ces valeurs correspondent au caractère agréable ou désagréable de ce que nous ressentons. Ce sont des approximations de ce qui est bon ou néfaste pour la survie de notre espèce.

ANTICIPER UNE RÉCOMPENSE PROCURE DU PLAISIR

Lorsque l'on récompense un comportement, on intervient en aval de l'action, ce qui exerce un renforcement positif. Alors que, quand on promet une récompense en cas de comportement souhaité, on intervient en amont de l'action, ce qui est une incitation à agir.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

La découverte des circuits cérébraux qui permettent d'anticiper une récompense a permis de comprendre la motivation de l'action, qui transforme la récompense attendue en comportement.

Le système de valeurs (agréable ou désagréable) que notre cerveau attribue à l'instant présent s'active aussi pour les situations futures que nous imaginons. C'est ainsi que les circuits cérébraux de la motivation permettent d'anticiper sur la valeur de différentes options et de les comparer. Les signaux de valeur permettent de prendre la décision d'investir notre énergie dans l'une plutôt que dans l'autre. Autrement dit, c'est la valeur anticipée d'une récompense qui nous incite à produire l'effort nécessaire à son obtention.

Les travaux neuroscientifiques ont montré que les récompenses espérées et les récompenses obtenues engagent les mêmes circuits cérébraux. Autrement dit, s'attendre à un plaisir (ce qu'on peut rapprocher de la notion de désir) procure du plaisir avant même de l'expérimenter. Dans les deux cas, le système de la récompense s'active et libère de la dopamine.

SURPRISES ET ATTENTES ENGAGENT LA DOPAMINE

Le chercheur suisse Wilgram Schultz a étudié chez l'animal l'effet d'une récompense lorsqu'elle est imprévue ou attendue. Il a découvert qu'au moment où le singe obtient une récompense imprévue, ses neurones dopaminergiques envoient une bouffée de signaux électriques plus important que lorsque la récompense est attendue. Autrement dit, en cas de surprise et à récompense égale, le plaisir est plus intense.

En revanche, si le singe s'attend à recevoir une récompense et que celle-ci n'arrive pas, ces neurones deviennent brutalement silencieux, ce qui induit une sensation désagréable. Cela signifie que les neurones dopaminergiques ne se contentent pas de signaler les récompenses que reçoit l'animal, mais prennent aussi en compte les attentes.

C'est pour cela qu'en cas d'incertitude sur une bonne nouvelle, il vaut mieux créer la surprise si elle se confirme que de l'évoquer par avance et risquer un effet déceptif dans le cas contraire.

L'EFFET PLAISIR DE LA SURPRISE

En cas de surprise et à récompense égale, le plaisir est plus intense.

DOPAMINE : DE MULTIPLES IMPACTS DANS L'APPRENTISSAGE

La dopamine est le neuromédiateur du plaisir et de la récompense que le cerveau libère lors d'une expérience qu'il juge bénéfique, mais elle est aussi le neuromédiateur de l'addiction (voir inserm.fr). Si la dopamine a pour effet d'orienter très clairement nos choix en favorisant les actions qui entraînent une récompense au détriment des autres, son rôle va bien plus loin.

En plus de procurer du plaisir, il est démontré que les activités d'apprentissage qui augmentent la dopamine favorisent l'attention et la mémorisation. Les travaux les plus récents suggèrent que la dopamine serait directement à l'origine de la consolidation synaptique dans l'apprentissage.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

NOTRE DÉCRYPTAGE À LA LUMIÈRE DES NEUROSCIENCES

La dopamine est le neuromédiateur du plaisir et de la récompense que le cerveau libère lors d'une expérience qu'il juge bénéfique. Elle est aussi le neuromédiateur de l'addiction.

EXTRINSÈQUE OU INTRINSÈQUE

Nous avons vu comment le caractère agréable ou désagréable d'une expérience vécue ou anticipée nous guide dans les choix les plus favorables à la transmission de nos gènes. Cependant, nos choix ne sont pas toujours guidés par le principe de survie de l'espèce. Bien souvent, quand les animaux mangent, ce n'est pas pour subvenir à leurs besoins, mais parce qu'ils aiment ça.

C'est en 1971 que le psychologue américain Edward Deci fait une découverte surprenante. Il étudiait à l'époque la motivation chez le singe. L'expérience consistait à cacher un grain de raisin dans un mécanisme pour inciter l'animal à le démonter. Fortuitement, il s'aperçut que les singes se livraient parfois à cette tâche même en l'absence de récompense. C'est ainsi qu'est née la notion de motivation intrinsèque.

La motivation intrinsèque est liée à des facteurs internes, c'est-à-dire à l'inclination de l'organisme à satisfaire des besoins ou des désirs propres. Elle correspond au plaisir que nous ressentons lorsque nous pratiquons une activité que nous aimons. Elle s'oppose à la motivation liée à des facteurs externes comme une récompense ou une punition.

Le système éducatif traditionnel favorise la motivation extrinsèque alors qu'il est bien démontré chez l'enfant que félicitations, récompenses et punitions sont les formes d'incitation les moins efficaces à l'école. Les récompenses extrinsèques entraînent un effet d'escalade et réduisent la motivation intrinsèque en minant l'engagement. Il a été montré que la motivation intrinsèque envers l'école, c'est-à-dire se livrer à une activité académique pour le plaisir, est associée positivement à la performance académique[41].

Les faits sont là, une grande partie de l'apprentissage dépend de la motivation intrinsèque, et non de facteurs extérieurs. Des éléments supplémentaires sont venus encore préciser les déterminants de la motivation chez l'humain. Nous allons voir que le plaisir, même d'origine intrinsèque, n'explique pas tout.

EN FORMATION

Si l'on intègre les données précédentes dans son approche pédagogique, on comprend bien le peu d'impact de la stratégie de la carotte ou de celle du bâton versus la création des conditions optimales au renforcement de la motivation intrinsèque.

41 Gottfried, 1985 et 1990 ; Lloyd, 1984.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

LA MOTIVATION AUTODÉTERMINÉE

Contrairement à ce que l'on a longtemps pensé, la quête de sensations agréables et l'évitement de sensations pénibles, quelle qu'en soit l'origine, ne suffisent pas à rendre compte de la motivation dans toute sa complexité. Un sujet peut être amené à poursuivre un objectif sans que plaisir ou punition n'intervienne.

Selon les psychologues Edward Deci et Richard Ryan, il existe chez l'être humain trois besoins psychologiques déterminants pour sa motivation :

- **le besoin d'autonomie :** se percevoir à la base de ses choix ;
- **le besoin de compétence :** se sentir efficace et utile ;
- **le besoin d'appartenance sociale :** se sentir inclus dans le groupe.

Ces besoins sont considérés comme innés, universels et essentiels. Les satisfaire favorise un fonctionnement optimal et une sensation de bien-être. Leur frustration entraîne au contraire dysfonctionnement et mal-être. Le besoin d'autonomie serait le plus important des trois. C'est la théorie de l'autodétermination [42].

De nombreuses recherches montrent que le soutien à l'autonomie dans le cadre scolaire comme dans le cadre sportif favorise la motivation autodéterminée et que celle-ci est associée dans les deux domaines à un meilleur apprentissage et à une performance accrue [43].

Les travaux des deux chercheurs à l'origine de cette théorie montrent que le contexte, les facteurs sociaux et environnementaux peuvent faciliter ou nuire à la motivation autodéterminée. Ils révèlent qu'il est possible d'inciter un sujet à pratiquer une activité qui ne l'intéresse pas. Pour cela, il faut que le sujet se perçoive comme à l'origine de son comportement qui devient ainsi autodéterminé.

EN FORMATION

Pour illustrer ce propos, nous allons prendre l'exemple d'une formation que nous animons sur la conduite de projet en Digital Learning. La séquence qui sert à cet exemple a lieu en salle.
En une journée, il s'agit de faire s'approprier les principales étapes de conduite d'un projet Digital Learning.
Outre les méthodes et techniques pédagogiques actives pour tenir ce défi, l'une des premières étapes pour susciter l'engagement et la motivation des participants va être de leur présenter six séquences pédagogiques correspondant à des objectifs clés du programme et de leur demander de choisir celle qu'ils sont prêts à sacrifier si nous ne parvenons pas à tout faire faute de temps.
Donner ainsi le choix au participant de son propre programme renforce son adhésion au parcours et à la démarche qu'il fait sienne.
Enfin, de façon inconsciente, le groupe se donne un défi qui est de pouvoir travailler de façon suffisamment efficace dans la journée pour que l'on puisse néanmoins couvrir ce dernier point. Ce qui sera sa récompense finale… avec l'apport de dopamine associé !

42 Ryan, 2000.
43 Deci, 1985.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

UTILISER LA MOTIVATION EXTRINSÈQUE À BON ESCIENT

Nous avons vu que la motivation intrinsèque joue un rôle primordial dans la réussite des apprentissages. Faut-il pour autant négliger les récompenses extrinsèques ? La réponse est nuancée et nous allons voir pourquoi.

Tout d'abord, il est important de savoir que motivation extrinsèque et motivation intrinsèque interagissent entre elles. Deci a montré notamment que récompenser une activité que les sujets réalisaient auparavant par motivation intrinsèque fait chuter la motivation[44].

En revanche, une récompense peut inciter à réaliser une tâche quand celle-ci est vécue comme une corvée ou ne procure aucun plaisir. Dans cette situation, une condition va se révéler essentielle : le respect de l'autodétermination.

Face à une tâche rébarbative ou sans intérêt, voici deux types de récompenses extrinsèques dont les résultats sur la motivation sont démontrés comme radicalement différents.

- **Récompense contrôlante :** être payé à l'heure pour une tâche est une récompense contrôlante. Quels que soient les efforts fournis et la performance obtenue, le résultat est le même. Dans ce cas, la motivation chute car les besoins d'autonomie et de compétence sont frustrés.
- **Récompense non contrôlante :** être rémunéré en fonction de sa performance est une récompense non contrôlante. Dans ce cas, la motivation augmente car les besoins d'autonomie et de compétence peuvent être satisfaits.

Il est évident que l'apprentissage, comme la profession, comporte des dimensions où la motivation intrinsèque est présente, d'autres non. L'idéal est de favoriser en priorité la motivation intrinsèque pour les tâches sources de plaisir et d'utiliser la récompense extrinsèque pour les tâches vécues comme des corvées. Nous verrons comment utiliser concrètement cette approche.

EN RÉSUMÉ

L'important est de favoriser les motivations autodéterminées, qu'elles soient intrinsèques ou extrinsèques. Dans la motivation extrinsèque, la quête de sens (utilité) va jouer un rôle important. On peut se livrer à une activité rébarbative quand on sait à quoi elle va servir. Nous allons voir comment faire en pratique dans le cadre de la formation*.

* Deci, 1981 ; Deci, 1987 ; Fortier, 1995 ; Grolnick, 1991.
D'autres recherches sur les conséquences de la motivation autodéterminée, comme celle de Lloyd et Barenblatt (1984), ont démontré l'existence de relations positives entre la motivation intrinsèque et la performance scolaire chez les étudiants du secondaire (voir dans la bibliographie Fortier, 1995 ; Gottfried, 1985 et 1990 ; Gottfried, 1994 ; Grolnick, 1991 ; Harter, 1984 ; Miserandino, 1996, pour des résultats similaires).

44 Deci, 1985 (étude infirmière).

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

COMMENT FAVORISER LES MOTIVATIONS AUTODÉTERMINÉES

La posture de l'intervenant est déterminante pour réduire ou augmenter le sentiment d'autodétermination. Il est démontré qu'à l'école, les élèves dont les professeurs sont de type contrôlant tendent à avoir une diminution de leur motivation autodéterminée[45].

Un mode d'interaction contrôlant consiste à donner aux apprenants des instructions strictes et à leur indiquer exactement ce qu'il faut faire pour atteindre l'objectif visé. Être contrôlant sur le « comment s'y prendre » s'oppose au besoin d'autonomie.

À l'inverse, soutenir l'autodétermination consiste à laisser des choix à l'apprenant en lui donnant la possibilité d'engager lui-même ses tâches et de les contrôler. Cela est tout à fait compatible avec l'importance de poser un cadre clair (les règle du jeu). Il s'agit de laisser un maximum de liberté sur la manière de s'y prendre (le « comment »), voire sur la taille de l'objectif (le « quoi »).

Des chercheurs ont montré chez des sportifs que choisir son objectif fait gagner en performance. Leur étude portait sur des joueurs de basket-ball réalisant des tirs. Les résultats révèlent que lorsque les joueurs choisissent eux-mêmes les standards et les objectifs de tirs à atteindre, ils obtiennent des résultats supérieurs comparativement à ceux qui se faisaient imposer les standards et les objectifs[46].

UN PUISSANT MOTEUR : COMPRENDRE L'EFFET « EURÊKA ! »

Parmi toutes les motivations possibles pour apprendre, l'une des plus puissantes est de comprendre. Le cerveau réagit positivement à ce qu'on appelle l'*identification des schémas* (*pattern recognition*). Cette reconnaissance correspond à l'instant « eurêka ! » qui s'établit lorsque le cerveau fait subitement des liens entre des éléments qu'il n'avait pas reliés jusque-là.

À chaque fois que l'apprenant fait une prédiction juste, c'est-à-dire quand sa réponse est correcte, et qu'il en est conscient, sa production de dopamine est augmentée[47]. Cela a pour effet de renforcer le circuit neuronal qui a été utilisé pour faire la prédiction correcte. Il sera ensuite plus facilement utilisé. Cela souligne le rôle essentiel du feedback. Quand les apprenant ressentent de façon répétée le plaisir d'une prédiction juste, ils sont intrinsèquement motivés à poursuivre[48].

Le cerveau favorise les actions qui libèrent plus de dopamine. Ce marquage « plaisir » renforce les circuits qui l'ont engendré et favorise ainsi la mémorisation de la réponse adaptée.

45 Deci, Schwartz, Sheinman, Ryan, 1981.
46 Alexander, Schuldt, 1982 ; Fenouillet, 2012 ; Deci, 1971 ; Berridge, 2004 ; Schultz, 2006 ; Pessiglione, 2014.
47 Salamone, 2002.
48 O'Doherty, 2004.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

SIGNAL D'ERREUR ET DOPAMINE : DÉSAGRÉABLE MAIS INDISPENSABLE

Une réponse incorrecte produit dans le cerveau une baisse de dopamine qui engendre une sensation de déplaisir. Par la suite, le cerveau répond négativement à la reconnaissance de l'erreur en évitant le circuit marqué du déplaisir antérieurement ressenti[49].

L'erreur est biologiquement programmée pour être désagréable, ce qui nous incite à l'éviter par la suite. Cet effet se trouve encore renforcé par le fait qu'à intensité égale, le négatif laisse dans la mémoire de l'émotion une trace plus forte que le positif[50].

Pour que ce système fonctionne, il faut que l'apprenant soit informé de son erreur lorsqu'il la commet. Le chemin neuronal qui a conduit à l'erreur sera désormais évité. Pour optimiser ce système d'évitement de l'erreur, la correction doit intervenir le plus tôt possible[51]. D'où l'importance de fournir immédiatement le corrigé après un test des connaissances.

On voit ainsi que l'erreur une fois connue contient sa propre sanction biologique. Elle suffit à détourner efficacement l'apprenant des chemins erronés. L'aggraver d'un jugement négatif est non seulement inutile mais contre-productif, avec le risque d'entraîner un évitement de l'apprentissage. Nous verrons qu'il est préférable au contraire d'accueillir l'erreur comme une manifestation attendue de l'apprentissage.

EN FORMATION

Le formateur ou le concepteur pédagogique s'attachera à donner des réponses rapides aux exercices donnés aux apprenants et à décoder tout aussi rapidement et positivement ces erreurs effectuées en apportant la solution de façon claire et sans « jugement » sur l'erreur produite.

JEUX VIDÉO : LE SECRET DE LEUR ATTRACTION

L'étude des jeux vidéo et de l'engouement qu'ils suscitent a fait considérablement progresser les connaissances sur la motivation. C'est en identifiant les paramètres qui les rendent aussi attractifs que de précieuses clés de motivation ont émergé.

Ces découvertes donnent des indications claires sur les caractéristiques d'un apprentissage « addictif » au sens positif du terme. Voici les enseignements qui s'en dégagent :

- **La taille du défi est adaptée au niveau du sujet.** Il apparaît que la persistance est liée à la perception conjointe que le défi est stimulant (*challenging*) mais accessible. Ce niveau de pression idéal place le sujet au sommet de ses compétences et de son bien-être. C'est cela qui élimine le risque d'ennui, de frustration ou de découragement.
- **La difficulté augmente par petits incréments[52].** La progression est rapide, ce qui provoque à chaque palier la réponse neurobiologique de la récompense. Il est montré qu'une série de

49 Van Duijvenvoorde, 2008.
50 Baumeister, 2011.
51 Galvan, 2006.
52 Reigeluth, 1989.

© Groupe Eyrolles

petits succès motive davantage qu'un grand succès final. L'humeur positive engendrée tout au long du processus favorise encore la cognition, créant les conditions d'un cercle vertueux.

- **Le feedback est immédiat,** ce qui permet au cerveau de conforter ou réorienter sa stratégie à chaque instant. L'apprentissage par essai-erreur fonctionne à plein.
- **Le sujet est en compétition avec lui-même.** Il peut commettre des erreurs sans crainte d'être jugé.

EN RÉSUMÉ

La succession de petits défis atteignables de niveau progressivement croissant avec feedback immédiat récompense les efforts tout au long du chemin, ce qui est déterminant pour la motivation.

L'ART MÉCONNU DU FEEDBACK (LE RETOUR D'EXPÉRIENCE)

Si tous les enseignants s'accordent sur l'importance du feedback, il semble qu'en pratique, il ne soit pas encore assez systématique. Il existe en outre une confusion sur sa nature. Une méta-analyse américaine révèle que c'est l'un des outils les plus puissants pour apprendre, à condition de remplir certains critères.

L'OBJECTIF DU FEEDBACK

L'objectif du feedback est de réduire le décalage entre la compréhension ou la performance de l'apprenant et le but à atteindre. C'est pourquoi la définition du succès doit être limpide dès le départ pour l'apprenant. Ses critères doivent être réalistes et les plus précis possible. Idéalement, l'apprenant doit disposer dès le début de modèles de tâches réussies. Il doit toucher du doigt ce qu'il sera capable de faire à l'issue de sa formation et qu'il ne fait pas déjà.

Le feedback présente un double intérêt.

- **Quand il corrige une erreur,** il permet de rectifier le tir. Le désagrément momentané qu'il produit dans le cerveau met en place le processus d'évitement du chemin mental erroné.
- **Quand il souligne un succès,** il permet d'ancrer l'apprentissage pertinent en renforçant la voie empruntée. Le plaisir suscité facilite ce chemin neuronal et renforce la motivation.

L'apprentissage se faisant essentiellement par essai-erreur, on voit à quel point il est essentiel de multiplier ce retour d'information. Alors que les enseignants déclarent pratiquer intensivement le feedback, la perception des élèves n'est pas la même puisque, lorsqu'on les interroge, ils disent ne pas en recevoir suffisamment.

Un autre décalage de perception existe entre enseignants et apprenants sur la nature du feedback. Les apprenants déclarent que, bien souvent, les feedback qu'ils reçoivent ne sont pas ceux dont ils éprouvent le plus le besoin[53]. Il apparaît que les enseignants tendent à pointer ce qui ne va pas. Or, les apprenants ne sont pas intéressés par les *postmortem* (dissection d'un cadavre pour

53 Carless, 2006.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

identifier la cause du décès) sauf s'ils sont très clairement guidés dans leur pas suivant. Ils désirent avant tout savoir comment ils doivent s'y prendre pour réussir le pas d'après. Ils disent avoir besoin que l'enseignant réponde en priorité à la question : « Et maintenant, qu'est-ce que je fais ? »

Le feedback se présente ainsi comme un outil permettant un processus répété d'ajustement des connaissances qui rapproche du but explicite.

QUAND LE COMPLIMENT DÉCOURAGE L'EFFORT

La chercheuse en psychologie Carol Dweck a mis en évidence le rôle de l'état d'esprit dans la motivation. Elle décrit deux types d'état d'esprit : l'état d'esprit *fixe* et l'état d'esprit *de développement*. Dans l'état d'esprit fixe, les sujets pensent que leur intelligence, leurs aptitudes sont des caractéristiques intrinsèques fixées dont leurs compétences attestent. Les sujets avec un état d'esprit de développement pensent au contraire qu'il est toujours possible de s'améliorer et de progresser en faisant des efforts.

D'après ses travaux, répéter à un enfant qu'il est doué en sport, en dessin… peut être tout à fait contre-productif. Il va s'imaginer qu'il s'agit d'une caractéristique de sa personne et qu'il n'a pas d'efforts à fournir. Les efforts étant alors considérés comme la ressource des moins doués. Il considérera ses réussites comme normales et prouvant son don. Le jour où il échoue, il ne se remet pas en question, il n'est pas incité à faire des efforts puisqu'il rejettera la faute sur une cause extérieure.

Carole Dweck (1999) a montré que, quand on émet un jugement positif sur un apprenant (par exemple en le complimentant sur son intelligence), sa persistance dans la résolution de problème diminue. Juger les capacités d'un sujet, même sous forme de compliment, le fixe dans sa perception de lui-même et freine son apprentissage.

La chercheuse préconise de laisser l'ego en paix. Elle incite à valoriser les efforts et à relier le succès à l'effort plutôt qu'aux capacités. L'idée est de présenter les capacités comme résultant des efforts pour favoriser un état d'esprit de développement plus propice à l'apprentissage.

Sa recommandation est de reconnaître les efforts au même titre que les résultats. Elle propose de favoriser la compétition avec soi-même plutôt qu'avec les autres. Eviter les situations de comparaisons directes permet de laisser l'ego en paix, ce qui diminue le risque de stress et favorise l'effort.

EN FORMATION ET DIGITAL LEARNING

En présentiel ou en Digital Learning, le recours au jeu et donc à l'aspect « mise en challenge des participants » devient un *must*.
S'il renforce la motivation, il peut aussi renforcer la frustration, celle de ceux qui « ne réussissent pas ». C'est ainsi que, dans des solutions d'animation numérique présentielles telles que Klaxoon, on n'affichera que le résultat du gagnant. Les résultats de chaque individu ne seront connus que de lui. Il pourra se positionner vis-à-vis du score moyen du groupe mais il sera le seul à savoir.
Il en est de même dans les plateformes LMS gamifiées telles que celle de CoorpAcademy. On n'affichera le score de l'individu que s'il est dans le top d'un classement honorable (parmi les vingt premiers, par exemple).

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

L'idée est ici de diriger le focus sur la tâche. Une telle attitude favorise un auto-discours favorable chez l'apprenant. En éloignant les enjeux d'ego comme « Je ne suis pas à la hauteur », il oriente vers l'exigence de la tâche comme « Ce travail demande du temps et des efforts ». Les difficultés rencontrées sont alors interprétées comme inhérentes à l'apprentissage et non liées à la personne. L'importance de faire des efforts pour apprendre prend alors tout son sens.

LES DIX CRITÈRES D'EFFICACITÉ DU FEEDBACK INFORMEL

Différents travaux révèlent une série de critères permettant de donner au feedback toute sa puissance[54] :

- **s'inscrire dans un environnement ouvert à l'erreur ;**
- **intervenir après une phase d'assimilation** (le feedback a peu d'effet sur des connaissances superficielles) ;
- **intervenir souvent et rapidement** (en particulier chez les débutants) ;
- **être un outil de progrès pour l'apprenant** (et non une manifestation d'autorité ou de savoir) ;
- **rendre les critères de succès de plus en plus transparents ;**
- **avoir pour objectif de fournir de l'information** sur la tâche en cours (et non une récompense) ;
- **être précis et adapté** au niveau de l'apprenant ;
- **se focaliser sur la tâche** et non sur la personne (ne contenir aucun jugement, ni positif ni négatif) ;
- **demander un feedback sur les feedback** pour mieux les ajuster (s'intéresser à la façon dont ils sont reçus compte autant que de les formuler correctement) ;
- **être un outil de progrès pour le formateur** et l'amener à recadrer sa pédagogie.

Hattie insiste sur l'importance de dissocier feedback et compliments. Selon lui, cela évite de diluer l'efficacité du feedback. Des travaux ont montré par ailleurs que des compliments trop fréquents ont pour effet de discréditer l'enseignant[55]. Sa recommandation pour un bon ratio feedback/compliment est :

- **une haute fréquence** des feedback informationnels ;
- **une fréquence réduite des compliments,** intermittents et par surprise (pour en renforcer l'effet agréable).

L'IMPORTANCE DE L'AUTO-FEEDBACK

S'autoévaluer est une tâche difficile pour le cerveau humain. De même que nous présentons des biais dans le jugement que nous portons sur les autres, nous en avons aussi sur celui que nous portons sur nous-même.

En majorité, nous nous évaluons au-dessus de la moyenne, c'est l'effet dit Dunning-Kruger. Qu'il s'agisse d'évaluer notre capacité à communiquer, à raisonner ou notre niveau de connaissance, nous avons tendance à nous surévaluer. Nous nous illusionnons aussi sur la fiabilité de nos perceptions, de notre attention et de notre mémoire. Cette surenchère est d'autant plus marquée que l'on est moins compétent.

54 Hattie, Gan, 2011.
55 Hattie, 2009.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Or, bien se connaître est critique dans la réussite d'un apprentissage. Cela permet :

- **d'estimer la difficulté d'une tâche ;**
- **de mesurer le niveau d'investissement requis ;**
- **d'évaluer la probabilité de succès.**

Les processus d'autoévaluation jouent un rôle critique pour lever les illusions de compétences et déjouer les pièges de notre perception.

L'EFFET IKEA

Comment est-il possible d'augmenter la valeur d'un produit en réduisant son coût de fabrication ? Le géant suédois Ikea doit probablement une partie de son succès à un biais cognitif qui porte désormais son nom.

L'effet Ikea fait référence à un biais cognitif qui amène inconsciemment les consommateurs à attribuer une valeur beaucoup plus élevée aux objets qu'ils ont partiellement contribué à créer. En menant différentes expérimentations, des chercheurs américains se sont aperçus que, lorsque le sujet est impliqué dans le processus d'élaboration d'un produit, il lui attribue au final une plus grande valeur monétaire que s'il leur est fourni « clé en main ».

Ce résultat suggère que, quand les sujets s'impliquent dans l'élaboration d'un produit, ils y attachent une plus grande valeur. Cela reste vrai même si leurs efforts se soldent par un résultat de type « amateur » (inférieur à ce qu'un expert aurait fourni avec un produit livré fini).

Cette particularité de notre cognition conduit d'ailleurs à un autre biais qui fait que l'on a beaucoup de mal à abandonner un projet dans lequel on a beaucoup investi (de son temps, de ses efforts ou de son argent), même si celui-ci est visiblement voué à l'échec. Cela explique les comportements d'acharnement contre-productifs que l'on est parfois amené à observer dans le monde du travail ou dans le domaine boursier. C'est un biais qui traduit une aversion à perdre les coûts engagés (humain ou monétaire). Il recoupe le biais de l'aversion à la perte que nous avons déjà évoqué. L'effet Ikea rejoint ainsi la notion de *motivation autodéterminée*.

EN FORMATION

Il est possible d'en tirer parti en formation en proposant par exemple aux apprenants d'établir leurs propres recommandations de bonnes pratiques sur un sujet donné. Leur motivation à y adhérer sera bien plus grande que si elles leur sont livrées finalisées*.

* Norton et al, « The Ikea effect: when labor leads to love », *Journal of Consumer Psychology*, 22 (3) : pages 453-460, 2012. Ariely D., *What Makes Us Feel Good About Our Work?* TED.com, 2012.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

LA CRÉATIVITÉ

La créativité a longtemps été considérée comme une aptitude marginale, souvent dédaignée par le monde éducatif et le monde intellectuel. Cette qualité est aujourd'hui présentée comme la clé de la réussite professionnelle.

Les chercheurs commencent à mieux identifier les états d'esprit favorables à la pensée créative. Les connaissances scientifiques sur le sujet sont très récentes puisqu'elles remontent aux dix dernières années. Leurs découvertes amènent un regard tout à fait nouveau sur la créativité.

La pensée créative est souvent perçue comme un processus lié au hasard, spontané et facile, réservé à quelques individus prédisposés. Les connaissances scientifiques les plus récentes nous révèlent qu'il n'en est rien. Il en émerge une bonne nouvelle : le processus créatif peut faire l'objet d'un apprentissage spécifique pour libérer le potentiel de chacun d'entre nous en ce domaine.

PROCESSUS CRÉATIF ET ÉMOTIONS : QUEL LIEN ?

« La créativité, c'est l'intelligence qui s'amuse. » Albert Einstein

Dans une étude de 1996, les chercheurs Jill Adaman et Paul Blaney ont étudié l'impact de différents états émotionnels sur la créativité. Ils induisaient un état émotionnel particulier chez des sujets en leur faisant écouter un morceau de musique soit joyeux, soit neutre, soit triste. La créativité était ensuite testée par une épreuve où il s'agissait de proposer plusieurs utilisations d'un objet usuel. Les chercheurs ont mis en évidence que les conditions « joie » et « tristesse » étaient plus favorables à la créativité que le groupe « neutre ».

Les psychologues ont constaté que les sujets qui perçoivent le mieux leurs émotions sont aussi les plus créatifs. Il existe une pathologie appelé alexithymie où les sujets ont des difficultés à ressentir leurs émotions, à les exprimer et à les réguler. On observe aussi que ces sujets ont un imaginaire très pauvre.

On ne sait pas encore bien comment les émotions interagissent avec la créativité. Est-ce que la créativité permet de mieux identifier ses émotions ? Les émotions entraînent-elles la créativité ? On peut faire l'hypothèse que cela fonctionne dans les deux sens. Ce qui est sûr, c'est qu'il existe un lien entre émotions et créativité. Cependant, les émotions ne rendent pas compte à elles seules des différences de créativité observées d'un individu à l'autre.

QUELS FACTEURS INFLUENT SUR LE POTENTIEL CRÉATIF [56] ?

Outre les émotions, de nombreux facteurs interviennent, comme :

- **les aptitudes cognitives ;**
- **la personnalité ;**
- **la motivation ;**
- **la formation ;**
- **l'âge ;**
- **l'environnement** (famille, travail, culture).

56 Besançon, Lubart, 2015.

Chaque facteur va stimuler ou freiner la créativité. Il a été montré par exemple que, quand on vit depuis l'enfance dans une grande ville, l'imagination artistique est plus développée que si on est élevé à la campagne. À l'inverse, les enfants qui sont élevés dans la nature sont plus créatifs dans les domaines de l'environnement naturel.

En matière de personnalité, l'ouverture à l'expérience est le trait de personnalité qui prédit le mieux la créativité. L'une des premières conditions pour avoir une idée nouvelle est d'être capable de sortir des règles établies.

UNE COMPÉTENCE TRANSVERSALE

La vision dichotomique d'une société où une majorité serait composée de personnalités rationnelles et une minorité de créatifs souvent qualifiés d'excentriques est désormais dépassée.

Pour les scientifiques qui étudient le processus créatif, il apparaît que la créativité n'est pas seulement l'apanage des artistes. Au contraire, elle se révèle liée à toutes les facettes de l'intelligence et peut s'observer dans tous les domaines.

La créativité se définit désormais par la capacité à réaliser une production originale et appropriée quel que soit le domaine d'expression. Elle permet l'adaptation de l'être humain à un environnement changeant.

Il est aujourd'hui clairement énoncé par les gouvernements que l'école doit permettre à l'enfant de s'adapter et d'être créatif. Il ne s'agit donc pas seulement d'augmenter ses connaissances ou ses compétences dans des domaines comme les mathématiques, le français ou l'histoire, il s'agit aussi d'apprendre à collaborer ou à résoudre des problèmes.

En Europe, le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) envisage depuis 2000 d'évaluer la créativité des élèves.

Dans un environnement qui change de plus en plus rapidement, nous sommes confrontés à des problèmes que nous ne parvenons pas à résoudre avec nos connaissances. C'est là qu'il faut devenir créatif. Stimuler la créativité est devenu une question de survie pour les organisations, quel que soit leur domaine.

L'ACTIVITÉ ALPHA DU CERVEAU CRÉATIF

Pour explorer les fonctions créatives, les chercheurs étudient le cerveau de sujets en train de réaliser des tâches créatives. Il a été identifié dès les années 1970 que les personnes les plus créatives présentent une activité cérébrale plus intense dans la gamme des fréquences dites alpha, ce qui est le signe d'une attention dite « défocalisée ». Cette attention défocalisée permettrait aux individus les plus créatifs de laisser surgir un plus grand nombre d'informations à la conscience. D'autres études réalisées par John Kounios ont montré qu'immédiatement avant le moment de l'illumination se produit une bouffée d'activité alpha.

Une autre hypothèse a été proposée pour expliquer ce résultat : l'augmentation d'activité alpha indique que les sujets se focalisent sur les informations issues de leur propre cerveau plutôt que des informations issues de l'environnement. Cela expliquerait la tendance des gens les plus créatifs à être très centrés sur leur monde intérieur.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

La neuro-imagerie est venue préciser ce qui se passe dans le cerveau des individus lorsqu'ils génèrent des idées créatives.

LA NEURO-IMAGERIE

Depuis environ une quinzaine d'années, les publications en neurosciences s'intéressent au mécanisme de la créativité dans le cerveau. Une revue fait le bilan de quarante-cinq études d'imagerie cérébrale évaluant les circuits en œuvre dans la créativité. Malgré des difficultés d'analyse liées aux différences de définition et de méthodes pour évaluer le processus créatif, des tendances se dégagent.

La neuro-imagerie montre qu'au cours des tâches créatives, ce sont deux régions particulières du cerveau qui s'activent : le cortex préfrontal et une région des cortex temporaux.

Le cortex préfrontal est associé à des processus d'inhibition de certaines réponses, c'est le contrôle cognitif. Quand on demande, par exemple, quelles sont toutes les utilisations créatives qu'on pourrait faire d'un trombone, cette région s'active quand le sujet s'éloigne des représentations les plus classiques et commence à générer des idées originales.

Le cortex temporal permet la manipulation des connaissances sur le monde.

Le lobe temporal droit s'active quand l'individu a subitement l'intuition de la solution : le moment « eurêka ! ».

Selon le psychologue Mark Jung-Beeman (2004), il se produirait une inhibition de la région traitant l'information visuelle au moment de cette illumination. Il soulève l'hypothèse qu'il est peut-être nécessaire dans ces moments d'illumination qu'aucun stimulus extérieur ne vienne perturber le processus. Fermer les yeux quand on cherche une solution pourrait ainsi faciliter la résolution du problème.

Des travaux récents[57] ont montré que différentes zones du cortex préfrontal s'activent selon la tâche créative à mettre en œuvre. Par exemple, quand il s'agit de produire un maximum d'idées, ce n'est pas la même zone qui s'active que quand il faut trouver des liens entre des items éloignés.

RETOUR SUR LES SYSTÈMES 1 ET 2

L'importance du contrôle cognitif dans la créativité nous ramène au concept des systèmes 1 et 2 (vu dans le chapitre 3). L'esprit serait scindé en deux systèmes en matière de résolution de problèmes et de prise de décision. Cette théorie rend compte des difficultés de raisonnement logique.

Pour mémoire, le système 1 se compose de raccourcis mentaux qu'on utilise pour résoudre des problèmes et prendre des décisions de façon intuitive. C'est un système qui fonctionne rapidement, sans effort ni sensation de contrôle. Il permet de travailler en « pilote automatique » pour les tâches routinières, qu'elles soient physiques ou mentales. C'est le mode par défaut.

Le système 2 est plus lent et plus réfléchi. Il demande de l'attention, ce qui implique un effort continu. Il permet de répondre correctement à un problème qui présente un minimum de complexité et pour lequel il faut des capacités de raisonnement logique. Il permet aussi d'analyser des situations inconnues.

57 Gonen-Yaacovi, 2013.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Nous avons vu que, lorsque l'on commet des erreurs de logique, cela ne résulte pas forcément d'un manque de compétences logiques, mais plutôt de la difficulté à bloquer le système 1, facile, intuitif et spontané. Notre cerveau cherche d'abord à accéder aux connaissances les plus facilement accessibles en mémoire, mais qui ne sont pas toujours les plus utiles face à un problème complexe.

Pour permettre de mettre en œuvre ce système 2, il va falloir être capable d'inhiber le processus de déduction du système 1. Nous allons voir comment cette approche du fonctionnement du cerveau face à la complexité éclaire le processus créatif d'un jour nouveau.

TYPE DE PROBLÈME TRAITÉ	
Système 1	**Système 2**
• Résoudre la moitié de quatre égal deux • Porter immédiatement son attention vers un bruit soudain (sirène) • Faire une grimace de douleur à l'évocation d'une fourchette qui racle le fond d'une casserole • Détecter l'hostilité d'une voix • Comprendre une phrase simple • Garer sa voiture devant chez soi comme d'habitude	• Porter son attention sur son interlocuteur alors qu'on est dans une salle bruyante et agitée • Chercher dans sa mémoire à qui vous fait penser la voix d'une personne qu'on vient de rencontrer • Faire un créneau difficile en voiture • Remplir sa déclaration d'impôts • Chercher à détecter la faille dans une argumentation en apparence logique • Accélérer son pas quand on est en retard

EXERCICE

Sachant qu'un gazon double de taille chaque jour et qu'il faut 48 jours pour qu'il atteigne la totalité de la surface d'un champ, combien faut-il de jours pour qu'il atteigne la moitié ?
La réponse que donne la majorité des personnes est 24, alors que la bonne réponse est 47. 24 est la réponse intuitive, erronée, du système 1 ; 47 est la réponse logique, réfléchie, du système 2.

INHIBER LE SYSTÈME 1 POUR CRÉER

Des recherches récentes ont établi une corrélation positive entre les performances à des tests de contrôle cognitif et les aptitudes créatives. Autrement dit, les individus les plus aptes à sortir des sentiers battus seraient aussi ceux qui réussissent le mieux à inhiber les pensées qui viennent les plus spontanément.

Cela veut dire qu'en matière de créativité, il faut exercer le processus de contrôle cognitif de la même manière que dans le raisonnement et la prise de décision pour résister aux habitudes (impressions premières).

Lorsque l'on cherche à être créatif, les idées qui viennent le plus vite à l'esprit sont généralement assez communes et peuvent comporter des erreurs de logique. Pour générer des idées vraiment originales, il faut être capable d'inhiber les réponses automatiques du système.

De façon contre-intuitive, pour être créatif, il faut réussir à bloquer le système de la facilité quand il n'est pas adapté. Il faut inhiber ce système facile pour que le système plus coûteux en efforts puisse prendre la main afin d'élaborer des idées surprenantes.

© Groupe Eyrolles

Jusqu'ici, le rôle des fonctions exécutives, et donc de l'inhibition cognitive, a été négligé dans le domaine de la créativité. L'inhibition cognitive apparaît désormais comme une des clés de la créativité.

DEUX APPROCHES POUR RÉSOUDRE UN PROBLÈME

Il existe deux façons de résoudre un problème complexe :

- **soit en réfléchissant de façon méthodique et logique,** en procédant par essais-erreurs ;
- **soit en trouvant subitement la solution,** par « illumination », sans avoir le sentiment d'y avoir réfléchi réellement.

Le chercheur John Kounios a étudié les deux approches et s'est aperçu que le cerveau ne s'activait pas de la même façon dans les deux cas de figure. En particulier, dans la période précédant la résolution du problème, l'attention des sujets se portait sur des choses différentes :

- **dans le groupe « analytique »,** les sujets avaient l'attention tournée vers l'extérieur comme quand on porte son attention visuelle sur quelque chose de précis dans l'environnement ;
- **dans le groupe « illumination »,** les sujets manifestaient une attention diffuse, c'est-à-dire qu'ils pensaient à plusieurs choses différentes en même temps et leur attention était tournée vers l'intérieur, vers leurs pensées.

La seconde méthode serait plus efficace quand il s'agit de trouver une solution originale.

LE PROCESSUS DE CRÉATION : CONVERGER ET DIVERGER

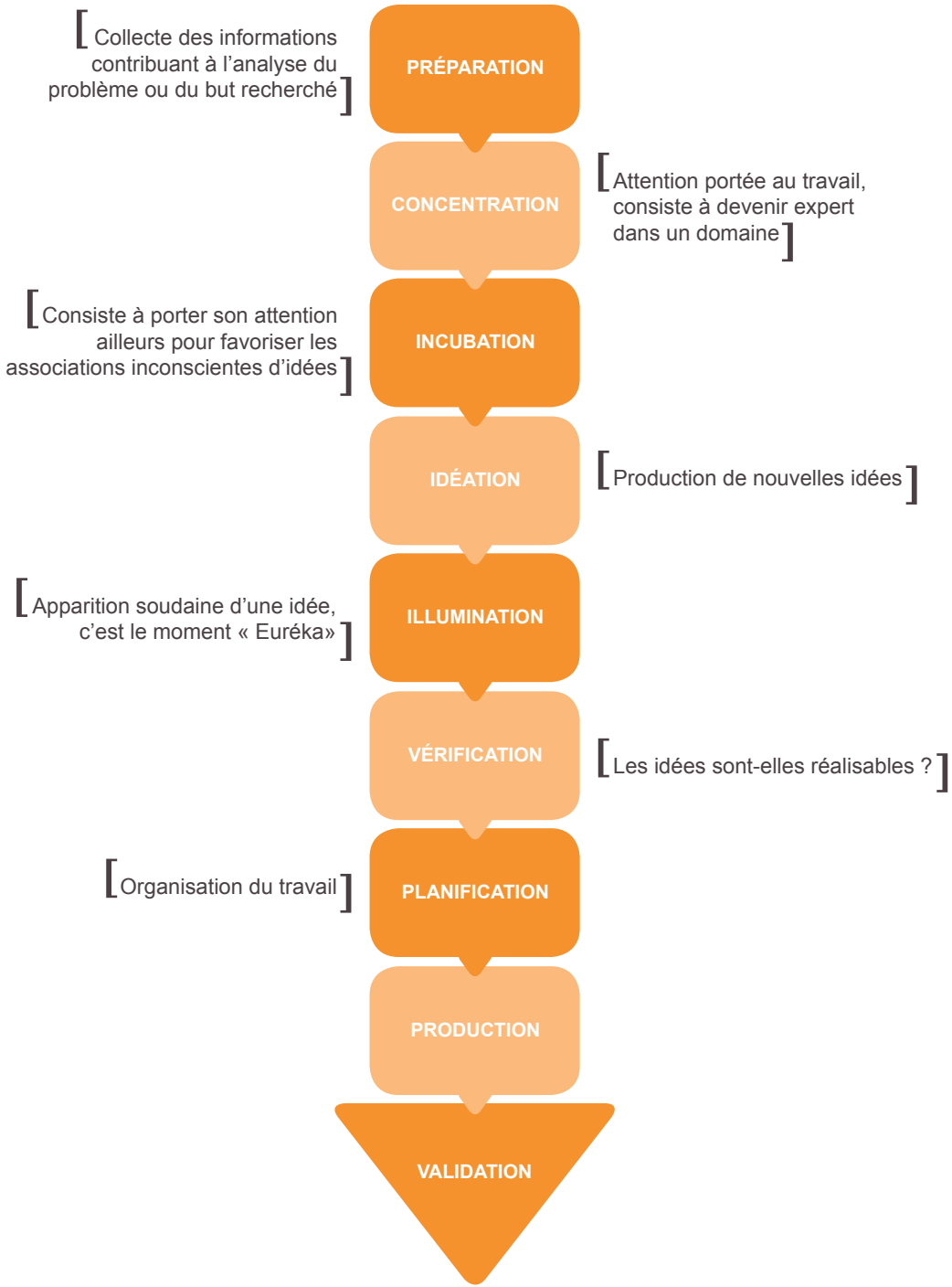
Les psychologues ont longtemps cru que l'aptitude centrale de la créativité était la *pensée divergente*, c'est-à-dire la capacité à imaginer diverses solutions originales à un problème. Ils l'opposaient à la *pensée convergente* qui consiste à éliminer différentes options possibles pour n'en garder qu'une. On sait aujourd'hui que les deux sont nécessaires.

Marion Botella décrit le processus créatif comme une séquence d'événements mentaux et émotionnels décomposée en neuf étapes :

- **la préparation :** c'est la collecte des informations contribuant à l'analyse du problème ou du but recherché ;
- **la concentration :** c'est l'attention portée au travail, qui consiste à devenir expert dans un domaine ;
- **l'incubation :** elle consiste à porter son attention ailleurs pour favoriser les associations inconscientes d'idées ;
- **l'idéation :** c'est la production de nouvelles idées ;
- **l'illumination :** c'est l'apparition soudaine d'une idée, le moment « eurêka ! » ;
- **la vérification :** on se pose la question de savoir si les idées sont réalisables ;
- **la planification :** c'est l'organisation du travail ;
- **la production ;**
- **la validation.**

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47



© Groupe Eyrolles

D'autres auteurs comme Shelley Carson proposent cinq étapes regroupant les précédentes.

Il apparaît clairement qu'être créatif ne se résume pas au jaillissement d'idées originales. Il faut aussi être capable d'en évaluer la pertinence, la faisabilité et être capable de les faire aboutir. Une idée correspond à une innovation quand elle rencontre un public prêt à l'adopter.

Ainsi, deux processus mentaux indissociables sont à l'œuvre.

- **La pensée divergente,** exploratoire, intervient au début de la phase créative.
- **La pensée convergente,** intégrative, intervient ensuite pour organiser les idées, les sélectionner et les structurer. L'évaluation des solutions envisagées permet de déterminer si elles sont pertinentes par rapport à l'objectif visé.

Comprendre les différentes étapes du processus permet de les reproduire. Elles semblent universelles et s'appliquent à tous les domaines de la créativité.

UN PROCESSUS RICHE EN ÉMOTIONS

Selon Marion Botella, il semblerait que les trois premières étapes soient plutôt reliées à des émotions négatives, c'est-à-dire que le début du processus va entraîner un état de frustration, éventuellement des tensions.

Un renversement d'humeur se fait avec l'illumination. Le psychologue américain Tad Brunye a montré qu'au moment de la révélation, on éprouve une bouffée de bien-être, de plaisir. Donc en première partie, une humeur plutôt négative et en deuxième partie, une humeur plutôt positive.

COMMENT L'ÉMOTION ÉCLAIRE-T-ELLE LA DÉCISION ?

Damasio illustre l'importance des émotions dans la prise de décision par son hypothèse des marqueurs somatiques. Selon lui, la conséquence de nos décisions s'imprime par les sensations dans le corps. Cette relation décision-sensation serait mémorisée et les sensations pourraient être réactivées ultérieurement pour permettre à l'individu de tirer parti de ce qui s'est passé dans le passé pour la prise de décision future. Ce signal permettrait de rejeter immédiatement une action et d'en choisir une autre.

Selon Damasio, les émotions jouent un rôle primordial en situation de prise de décision car elles permettent d'aller chercher dans notre mémoire des connaissances liées à un marquage émotionnel. C'est ce marquage émotionnel qui va permettre d'effectuer le choix dans un sens ou dans un autre.

DE MULTIPLES COMPÉTENCES EN JEU

Les capacités de mise en œuvre des idées relèvent de capacités qui sont très différentes de celles qui consistent à les émettre.

La neuroscientifique Melissa Ellamil a montré en 2011 que, pendant l'étape de vérification, quand on évalue la pertinence de l'idée, les régions du cerveau qui s'activent sont celles qui permettent la pensée critique et la prise de décision.

Des compétences émotionnelles sont aussi nécessaires. Le processus créatif suppose d'être capable de surmonter sa frustration quand on rencontre des échecs et de persévérer face aux difficultés.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Les travaux du psychologue Dean Keith Simonton font le lien entre créativité et expertise. Les grands créateurs sont d'abord de grands experts dans leur domaine. Cependant, la créativité chez un expert ne va pas de soi dans la mesure où elle suppose d'utiliser son expérience de façon différente de celle dont on a l'habitude. Or, les experts développent des processus fortement automatisés dans leur façon de fonctionner. Comment faire pour utiliser toute son expérience tout en sortant des sillons profonds de l'automatisme ?

Pour sortir des chemins neuronaux que nous empruntons le plus, le chercheur Olivier Houdé explique qu'il faut être capable de résister temporairement à ses automatismes. C'est le contrôle cognitif inhibiteur qui permet cette sortie de rail. Le cortex préfrontal commande ce processus.

Le système éducatif traditionnel stimule fortement le processus d'expertise qui consiste à reconfigurer le fonctionnement du cerveau de l'avant vers l'arrière (des zones de délibération conscientes vers les zones d'automatisme). Il n'apprend pas, ou très peu, à procéder dans l'autre sens pour développer la créativité. Or, d'après le chercheur, pour être optimal, un apprentissage quel qu'il soit doit éduquer les deux.

LES FONCTIONS EXÉCUTIVES EN PREMIÈRE LIGNE

La créativité repose sur les compétences du cerveau exécutif : mémoire de travail, attention, flexibilité mentale et pensée abstraite. Celles-ci dépendent en grande partie du cortex frontal, et plus particulièrement du cortex préfrontal.

C'est le cortex préfrontal qui court-circuite les habitudes, les automatismes, pour permettre de choisir la stratégie la plus adaptée à l'atteinte de l'objectif parmi plusieurs options, en se fondant sur les expériences passées. Il exerce un contrôle sur la pensée, les émotions et les comportements.

Être créatif ne consiste pas seulement à avoir des idées novatrices, cela consiste aussi en la capacité à les faire aboutir. Quand les fonctions exécutives ne fonctionnent pas bien, il est difficile de s'adapter à une situation, de faire des choix, de prendre des décisions permettant d'atteindre un objectif.

STIMULER LA CRÉATIVITÉ

Les grandes idées surgissent rarement pendant le travail mais plutôt dans des moments de lâcher-prise. C'est dans les moments où nous lâchons le problème à résoudre que nous laissons la possibilité à notre cerveau de produire une solution tout à fait inattendue.

La légende d'Archimède et de l'éclair de génie qu'il a eu en prenant son bain est contestée, mais c'est une bonne illustration de la mise en œuvre du processus créatif. Favoriser les périodes d'incubation stimule la créativité. Plusieurs travaux ont révélé que dormir sur un problème ou le mettre de côté et faire tout à fait autre chose favorise la créativité. Certains types d'environnement y sont particulièrement propices.

Le rôle du jeu dans la créativité

Une des premières conditions pour avoir une idée nouvelle, c'est de garder l'esprit ouvert, c'est-à-dire de ne pas contraindre sa pensée avec des règles. Il est démontré chez l'animal que la privation

© Groupe Eyrolles

de jeu libre (par opposition au jeu structuré) réduit la capacité à résoudre des problèmes. Chez l'enfant, il est également démontré que le jeu libre développe la créativité et l'intelligence.

Le jeu développe la flexibilité comportementale et la capacité à trouver des solutions face à des situations inédites. Selon le psychiatre américain Stuart Brown, expert en psychologie du jeu, il serait aussi important pour les adultes que pour les enfants. Comment jouer quand on est adulte ?

Il suggère quelques pistes :

- **jouer dans le cadre d'activités physiques** sans objectif ni compétition mais pour le plaisir ;
- **jouer avec des objets de manière créative** avec ou sans objectif précis ;
- **jouer à travers des activités sociales** sans autre but que celui de se faire plaisir.

Ne penser à rien

Lorsque nous avons le sentiment de ne penser à rien, le cerveau est en réalité actif. Il trie les informations, les relie aux souvenirs en mémoire et stimule la créativité. Le chercheur Marcus Raichle a été le premier à montrer qu'il s'agit d'une fonction de base du cerveau qui se met en marche dès que l'attention n'est plus focalisée sur rien de particulier. Il effectue à ce moment-là une tâche vitale que l'individu n'a pas le temps de réaliser quand il est occupé à réaliser autre chose.

L'activité de ce réseau par défaut augmente quand on est inactif ou quand on réalise une tâche monotone qui permet à l'esprit de vagabonder. Il semblerait que, dans ces périodes, le cerveau s'occupe de notre monde intérieur. Le traitement de l'information qu'il réalise dans ces moments de repos pourrait être en lien avec la capacité à faire des prédictions[58].

Ce mode serait favorable à l'association d'idées, à l'origine des processus créatifs. Il s'active quand on se détend. Quand on bute sur un problème que l'on n'arrive pas à résoudre, il est souvent utile de lâcher prise et de laisser vagabonder son esprit.

Encourager la métacognition

Durant les temps d'incubation, quand l'esprit flotte en toute liberté, encore faut-il réussir à prendre conscience des bribes de pensées libres qu'il produit. Les personnes les plus créatives exercent une forme de surveillance sur leurs propres vagabondages intérieurs.

Le chercheur Jonathan Scooler a mis en évidence que, lorsqu'on est conscient de ces moments de décrochage, on est plus créatif que lorsqu'on décroche sans s'en apercevoir. Cette capacité à « se voir dériver » relève de la métacognition, qui consiste à observer sa propre pensée et caractérise les grands créatifs.

Dormir pour trouver la solution

De nombreuses études ont montré depuis les années 1990 que le sommeil permet de consolider les nouveaux apprentissages. Une information nouvelle est mieux mémorisée si l'on dort, même peu de temps, après l'avoir apprise, que si l'on reste éveillé.

58 Buckner, 2007.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Plusieurs études vont dans le sens d'une résolution de problème facilitée par le sommeil paradoxal. Durant cette phase du sommeil, les régions cérébrales impliquées dans la réflexion logique sont moins actives, ce qui permettrait de penser autrement.

La chercheuse américaine en psychologie Deirdre Barrett avance que réfléchir à une énigme avant de se coucher augmente les chances de trouver la solution en dormant. Voici l'exercice qu'elle suggère pour utiliser volontairement cette propriété :

- **résumer le problème en une phrase** et placer la note à côté de son lit avec un crayon ;
- **penser au problème** pendant quelques minutes avant de se coucher ;
- **une fois allongé, visualiser le problème** sous la forme d'une image mentale ;
- **se dire ensuite que l'on souhaite rêver de ce problème ;**
- **au réveil, écrire sur la note ce dont on se souvient.**

Utiliser au mieux les pauses

Les chercheurs anglais Ut Na Sio et Thomas Ormerod ont mis en évidence que la nature de la tâche réalisée pendant une pause influe sur la créativité quand on revient ensuite sur le problème à résoudre. Leur étude montre que les sujets qui réalisaient pendant ces moments de pause une tâche peu exigeante (comme lire un texte facile) étaient ensuite plus créatifs que ceux qui n'avaient rien fait du tout pendant la pause, ou ceux qui s'étaient attelés à une tâche complexe différente.

ÉMOTIONS ET INTUITION : QUEL RAPPORT ?

Selon Damasio, les émotions jouent un rôle primordial en situation de prise de décision car elles permettent d'aller rechercher dans notre mémoire des connaissances liées à un marquage émotionnel. C'est ce marquage émotionnel qui va permettre d'effectuer le choix dans un sens ou dans un autre.

Cognition et émotions sont fortement liées puisque de fortes émotions empêchent le raisonnement et la résolution de problèmes. À l'opposé, des défenses intellectuelles fortes peuvent nous couper de nos ressentis.

Avoir accès à ses émotions et apprendre à les utiliser se révèle fondamental, qu'il s'agisse de résoudre un problème mathématique, de recruter une personne ou de trouver la solution à une question complexe. D'où l'importance de développer ses propres compétences émotionnelles en tant que formateur et d'inciter l'apprenant à en faire autant.

COMMENT MESURER LA CRÉATIVITÉ ?

Si de nombreux programmes proposent aujourd'hui de développer la créativité, cela pose le problème de sa mesure. Comment évaluer les progrès ?

Nous avons vu que la créativité fait intervenir de nombreuses compétences qui impliquent des réseaux de neurones très différents dans le cerveau. Or, les tests actuellement utilisés, notamment le test de Torrance qui est l'outil de référence, ne prennent compte que de certains aspects limités du processus à l'œuvre dans la créativité.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Le test de Torrance, qui est le plus utilisé, ne mesure que la capacité à émettre des idées variées et originales. C'est un test de la pensée divergente. Il est, par exemple, demandé au sujet de produire un maximum d'idées à partir d'un objet usuel comme :

- **« Quels sont tous les usages inhabituels qu'on peut faire d'un trombone ? »**
- **« Comment imaginer des fonctions nouvelles et utiles pour une brique ? »**

Une autre partie du test consiste à donner le début d'une histoire et à demander d'imaginer la suite, ou de fournir le début d'une histoire dont la fin est imposée.

Le principal reproche fait au test de Torrance est qu'il s'intéresse à la génération d'idées mais occulte les capacités relevant de la pensée convergente. Il laisse notamment de côté l'analyse du problème, l'évaluation des idées et leur implémentation.

Une équipe française a récemment développé un test de créativité destiné aux enfants. Il est appelé Epoc[59]. Ce test évalue à la fois la pensée divergente, exploratrice, et la pensée convergente, intégrative.

Une autre dimension est encore occultée par les tests : en effet, on peut être créatif dans un domaine mais pas dans un autre. Par exemple, on peut être créatif sur le plan littéraire et pas du tout sur le plan mathématique. On peut être créatif dans ses relations sociales et pas sur le plan musical. Cette diversité est importante à prendre en compte pour permettre à chaque apprenant d'identifier son domaine de prédilection.

Les progrès scientifiques réalisés dans la compréhension du processus créatif laissent penser que le test idéal va pouvoir émerger dans les prochaines années[60].

EN SYNTHÈSE

La créativité, telle que les scientifiques la définissent, sort du champ de l'activité artistique pour rejoindre le déploiement de l'intelligence dans toutes ses facettes. Elle intervient dans tous les domaines, y compris les plus analytiques comme les mathématiques ou la finance.

La créativité se définit désormais par la capacité à trouver la solution la plus innovante et la plus adaptée, quel que soit le domaine considéré. Son rôle est essentiel pour permettre à l'humain de s'adapter à un environnement changeant en produisant des réponses inédites face à des enjeux inédits.

Le monde de l'éducation a désormais compris qu'il est indispensable de développer la capacité créative à l'école. Les mesures en ce sens vont se déployer dans les années à venir. L'univers de la formation professionnelle s'adresse à des apprenants qui, pour la plupart, n'ont pas bénéficié du développement de leur créativité. Il reste possible à tout âge et demande à être pris en compte dans le choix des outils pédagogiques.

Dans un environnement qui change de plus en plus rapidement, stimuler la créativité est devenu une question de survie dans tous les domaines.

59 Évaluation du Potentiel Créatif des enfants.
60 Cassotti, 2015 ; Montalembert, Besançon, 2015.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

ENRICHIR NOTRE NEUROCHECKLIST

- respecter la charge cognitive
- faciliter la compréhension
- dédramatiser l'erreur
- créer un climat de confiance
- calibrer les défis
- multiplier les opportunités de succès
- devenir un expert du feedback
- donner de l'autonomie
- inciter l'apprenant à transmettre
- favoriser la dimension sociale
- favoriser une ambiance positive
- repérer les besoins satisfaits et non satisfaits
- réguler efficacement l'irruption d'une émotion désagréable
- intercaler des sas de décompression
- capitaliser sur la dopamine (petits plaisirs + « eurêka ! »)

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@

© Groupe Eyrolles

Après « la décennie du cerveau » consacrée par Obama dans les années 1990, le XXIe siècle sera-t-il le « siècle du cerveau » comme l'avance le neuroscientifique français Jean-Pierre Changeux ? Ce qui est sûr, c'est que les neurosciences constituent un des champs les plus excitants et prometteurs de la science.

S'intéresser au cerveau, c'est appréhender l'individu dans sa globalité puisqu'il s'agit de la tour de contrôle de la pensée, des émotions et du corps. Comprendre le fonctionnement cérébral oriente automatiquement vers une approche globale qui tient compte des liens étroits entre le corps et l'esprit et révèle l'imbrication cognition-émotions.

Les avancées récentes des neurosciences sont considérables et rendent ce champ de plus en plus pertinent pour l'éducation. Les technologies d'imagerie permettent désormais d'observer le cerveau en action. La compréhension des mécanismes d'apprentissage a beaucoup progressé ces dernières années.

Nous avons vu que l'apport scientifique le plus récent contribue à confirmer un certain nombre de théories de visionnaires de l'éducation et de la psychologie (Jean Piaget, Howard Gardner…). Il apporte aussi de nouveaux éclairages sur des débats anciens. Il remet sérieusement en question certaines pratiques conventionnelles.

Le bénéfice du NeuroLearning est double :

⊙ **mieux enseigner ;**
⊙ **mieux apprendre.**

Nous espérons que vous aurez randonné avec nous avec plaisir sur ce chemin encore escarpé des découvertes récentes du cerveau, décryptées sous l'angle de la formation professionnelle.

Exercice délicat que de faire le pont entre état de l'art de la recherche et transposition dans nos pratiques pédagogiques. Nous espérons être parvenus à vous intéresser à ce fabuleux sujet et vous avoir transmis un peu de notre passion à approfondir ces premières pistes.

Cette lecture vous aura sûrement conforté dans certaines de vos pratiques actuelles, elle en aura peut-être aussi remises d'autres en question mais, surtout, nous espérons qu'elle aura ouvert des portes vers des options que vous n'aviez jamais imaginées.

Peut-être avez-vous ressenti de la confusion, de la gêne, voire de la colère à découvrir des certitudes challengées. Nous l'avons vu, apprendre n'est pas sans risque pour le bien-être !

Les nombreuses pistes d'action proposées ne sont pas là pour être appliquées à la lettre, ni surtout toutes en même temps. Changer ses habitudes n'est pas simple et prend du temps, mais si vous décidez d'en tester certaines, nous vous suggérons d'accompagner ces changements d'outils de mesure, afin d'en quantifier l'impact. Nous avons vu que le ressenti ne suffit pas et que la satisfaction n'est pas toujours un bon indicateur d'efficacité.

La première édition de ce livre est l'étape 1 du projet NeuroLearning. À peine son dernier mot écrit, nous abordons sa mise à jour et son enrichissement, ainsi que l'ouverture d'un site Internet pour accompagner sa sortie : *neuro-learning.fr*

À l'heure où nous écrivons ces lignes, nous avons déjà réuni d'autres données essentielles, nous aurons aussi probablement nuancé, voire corrigé, certains points. Nous serons frustrés que ces éléments nouveaux n'y figurent pas, mais nous ne sommes qu'au début de cette grande aventure !

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Adaman J.E., Blaney P.H., « The effects of musical mood. Induction on creativity », *Journal of Creative Behavior*, n° 22, 1996, pages 95-108.

Alexander C.J., Schuldt W.J., « Effects of achievement standards and choice on a basketball skill », *Journal of Sport Psychology*, vol. 4, n° 2, 1982.

Allen J.P., Pianta R.C., Gregory A., Mikami A.Y., Lun J., « An Interaction-Based Approach to Enhancing Secondary School Instruction and Student Achievement », *Science*, vol. 333, n° 6045, 2011, pages 1034-1037.

Antonenko D. *et al.*, « Napping to renew learning capacity: enhanced encoding after stimulation of sleep slow oscillations », *European Journal of Neuroscience*, vol. 37, n° 7, 2013, pages 1142-1151.

Autin F., Croizet J.C., « Improving working memory efficiency by reframing metacognitive interpretation of task difficulty », *Journal of Experimental Psychology General*, vol. 141, n° 4, 2012, pages 610-618.

Barsade S., *The Ripple Effect: Emotional Contagious In Groups*, Yale University of School Management, 1998.

Bates T.C., « Current genetic discoveries and education: strenghts, opportunities and limitations », *Mind, Brain and Education*, vol. 2, n° 2, 2008, pages 74-79.

Baumeister R.F., Tierney J., *Willpower: Rediscovering the greatest human strength*, Penguin, 2011.

Bavelier D., Green C.S., Pouget A., Schrater P., « Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games », *Annual Revue of Neurosciences*, n° 35, 2012, pages 391-416.

Bavelier D. *et al.*, « Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games », *Annual Revue of Neurosciences*, n° 35, 2012, pages 391-416.

Bavelier D. *et al.*, « Brains on video games », *Nature Reviews of Neurosciences*, vol. 12, n° 12, 2011, pages 763-768.

Bavelier D., Davidson R.J., « Brain Training: Games to do you good », *Nature*, 494 (7438), 2013, pages 425-426.

Bechara A. *et al.*, « The Iowa gambling task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers », *Trends in Cognitive Sciences*, vol.9, n° 4, avril 2005, pages 159-162.

Bechara A., Damasio A., « Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy », *Science*, 275(5304), 28 février 1997, pages 1293-1295.

Berninger V.W., Corina D., « Making cognitive neuroscience educationally relevant: creating bidirectional collaborations between educational psychology and cognitive neuroscience », *Educational Psychology Review*, vol. 10, n° 3, 1998, pages 343-354.

Berridge K.C., « Motivation concepts in behavioural neurosciences », *Physiology & Behaviour*, n° 81, 2004, pages 179-209.

Berthoz A., *La Décision*, Odile Jacob, 2003.

Besançon M., Lubart T., *La Créativité de l'enfant*, Mardaga, 2015.

Blackwell L.S., Trzesniewski K.H., Dweck C.S., « Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention », *Child Development*, vol. 78, n° 1, 2007, pages 246-263.

Botella M., « Les émotions, au cœur de la création », *Cerveau & Psycho*, mai-juillet, 2015.

Bruer J.T., « Education and the brain: a bridge too far », *Educational Researcher*, vol. 26, n° 8, 1997, pages 4-16.

Buckner R.L., Carroll D.C., « Self-projection and the brain », *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 11, n° 2, 2007, pages 49-57.

Byrnes J., Fox N. A., « The educational relevance of research in cognitive neuroscience », *Educational Psychology Review*, vol. 10, 1998, pages 297-342.

Carey B., *How We Learn*, Random House, 2014.

Carless D., « Differing perceptions in the feedback process », *Studies in Higher Education*, n° 2, vol. 31, 2006, pages 219-233.

Carpenter *et al.*, « Using spacing to enhance diverse forms of learning: review of recent research and implications for instruction », *Educational Psychology Review*, 24(3), pages 369-378, 2012.

Carraway K., *Transforming Your Teaching*, Norton & Company, 2014.

Carré F., *DANGER Sédentarité*, Le Cherche Midi, 2013.

Carter R. *et al.*, *Le Grand Larousse du cerveau*, Larousse, 2014.

Cassotti M., Agogue M., Debroise A., « Les clés de la créativité », *La Recherche*, novembre 2015, pages 34-44.

Chabris C.F., « Prelude or requiem for the "Mozart Effect"? », *Nature*, n° 400, 1999, pages 826-827.

Chacko A., Bedard A.C., Marks D.J., Feirsen N., Uderman J.Z., Chimiklis A. *et al.*, « A randomized clinical trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition », *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, vol. 55, n° 3, 2014, pages 247-255.

Collins S., *Neuroscience for learning and development*, Kogan Page, 2016.

Corballis M., « Left Brain, Right Brain: Facts and Fantasies », *PLOS Biology*, vol. 12, n° 1, 2014.

Cote K., « La sieste améliore-t-elle les performances ? » *Cerveau & Psycho*, n° 77, mai 2016.

Cotman C.W. *et al.*, « Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation », *Trends in Neurosciences*, vol. 30, n° 9, 2007, pages 466-472.

Cozolino L., *The Social Neuroscience of Education*, Norton & Company, 2013.

Cowan N., « The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity », *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 24, n° 1, 2001, pages 87-185.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Csíkszentmihályi M., *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper and Row, 1re édition de poche, 1990.

Damasio A., *L'Erreur de Descartes : la raison des émotions*, Odile Jacob, 1995.

De Bruyckere P., Kirschner P.A., Hulshof C.D., *Urban Miss about Learning and Education*, Elsevier, 2015.

De Montalembert M., Besançon M., « Les paradoxes du cerveau créatif », *L'essentiel Cerveau & Psycho*, n° 22, mai-juillet, 2015.

Deci E.L., « Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation », *Journal of Personality & Social Psychology*, vol. 18, 1971, pages 105-115.

Deci E.L., Koestner R., Ryan RM., « A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation », *Psychological Bulletin*, vol. 125, n° 6, 1999, pages 627-668.

Deci E.L., Nezlek J., Sheinman L., « Characteristics of the rewarder and intrinsic motivation of the rewardee », *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 40, n° 1, 1981, pages 1-10.

Deci E.L., Ryan R.M., *Intrinsic Motivation and Self-determination in Human Behavior*, Plenum, 1985.

Deci E.L., Ryan R.M., « The support of autonomy and the control of behavior », *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 53, n° 6, 1987, pages 1024-1037.

Deci E.L., Ryan R.M., « The what and why of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior », *Psychological Inquiry*, vol. 11, n° 4, 2000, pages 227-268.

Deci E.L., Schwartz A.J., Sheinman L., Ryan R.M., « An instrument to assess adults' orientations toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence », *Journal of Educational Psychology*, n° 73, 1981, pages 642-650.

Dehaene S., *Les Neurones de la Lecture*, Odile Jacob, 2007.

Dehaene S., *Apprendre à lire : des sciences cognitives à la salle de classe*, Odile Jacob, 2011.

Dehaene S., *C3RV34U*, éditions de La Martinière, 2014.

Dekker S., Lee N.C., Howard-Jones P., Jolles J., « Neuromyths in education: prevalence and predictors of misconceptions among teachers », *Frontiers in Psychology*, vol. 3, 18 octobre 2012, page 429.

Della Shiesa B., « Neuroéducation : attention danger ! Neurosciences et pédagogie », *Cahiers pédagogiques*, n° 527, 2016.

Della Sala S., Anderson M., *Neuroscience in Education: the Good, the Bad, and the Ugly*, Oxford University Press, 2012.

Demanet J., Van Houtte M., « School belonging and school misconduct: The differing role of teacher and peer attachment », *Journal of Youth and Adolescence*, n° 41, 2012, pages 499-514.

Dennison P. *et al.*, Brain Gym, Le Souffle d'or, éditions 1994 et 2010.

Didau D., *What if Every You Knew about Education Was Wrong?*, Crown House publishing Ltd, 2015.

Didierjean A., *La Madeleine et le savant. Balade proustienne du côté de la psychologie cognitive*, Seuil, 2015.

Donnelly J.E., Lambourne K., « Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement », *Preventive Medicine*, supplément 1, juin 2011, pages 36-42.

Dragansk D., Gaser C., « Neuroplasticity: changes in grey matter induced by training », *Nature*, 427, pages 311-312, 2004.

Dunlosky J. *et al.*, « Des méthodes d'enseignement efficaces », *Cerveau & Psycho*, n° 60, novembre 2013.

Dweck C., « Caution: praise can be dangerous », *American Educator*, vol. 23, n° 1, 1999, pages 1-5.

Dworczak F., *Neurosciences de l'éducation*, L'Harmattan, 2004.

Eisenhart M., Dehaan R.L., « Doctoral preparation of scientifically based educational researchers », *Educational Researcher*, vol. 34, n° 4, 2005, pages 3-13.

Epstein L. *et al.*, « A Harvard Medical School special health report: improving sleep », *Harvard Health Publications*, 2010.

Eustache F., Desgranges B., *Les Chemins de la mémoire*, Le Pommier, 2010.

Eustache F., Guillery-Girard B., *La Neuro*éducation, Odile Jacob, 2016.

Famose J.P., Margnes E., *Apprendre à apprendre*, De Boeck, 2016.

Fava M., Vitek S., « Don't let stress take a toll on your brain », *Mind, Mood & Memory*, vol. 8, n° 5, Boston General Hospital, 2012, pages 1-7.

Fenouillet F., *La Motivation*, collection « Les topos », Dunod, 2012.

Fischer K.W., Daniel D., Immordino-Yang M. H., Stern E., Battro A., Koizumi H., « Why mind, brain, and education? Why Now? », *Mind, Brain and Education*, vol. 1, n° 1, 2007, pages 1-2.

Foer J., *Moonwalking with Einstein: The Art and Science of Remembering Everything*, The Penguin Press, 2011.

Fortier M.S., Vallerand R.J., Guay F., « Academic motivation and school performance: toward a structural model », *Contemporary Educational Psychology*, n° 20, 1995, pages 257-274.

Fredrickson B.L., « The value of positive emotions », *American Scientist*, n° 91, 2003, pages 330-335.

Gabison Y., *Boostez vos présentations avec le storytelling*, Eyrolles, 2012.

Gabison Y., *Animer des réunions de créativité*, Eyrolles, 2014.

Galván A., Hare T.A., Parra C.E., Penn J., Voss H., Glover G., Casey B.J., « Earlier development of the accumbens relative to orbitofrontal cortex might underlie risk-taking behavior in adolescents », *Journal of Neuroscience*, vol. 26, n° 25, 21 juin 2006, pages 6885-6892.

Gardner H., *Frames of Mind: the Theory of Multiple Intelligence*, Basic Books, 1983.

Gaspar E., *Explose ton score au collège*, Belin, 2015.

Gasper K., Clore G.N., « Attending the Big Picture: Mood and Global Vs Local Processing Of Visual Information », *Psychological Science*, n° 13, 2002, pages 34-40.

Gazzaniga M.S., « Smarter on drugs », *Scientific American Mind*, vol. 16, n° 3, 2005, pages 32-37.

Geake J., « Neuromythologies in education », *Educational Research*, vol. 50, n° 2, 2008, pages 123-133.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Gentaz E., *La Main, le Cerveau et le Toucher*, Dunod, 2014.

Geraerts E., Hauer B.J.A., Wessel I., « Effects of suppressing negative memories on intrusions and autobiographical memory specificity », *Applied Cognitive Psychology*, n° 24, 2010, pages 387-398.

Girault J.-A., « Cerveau : en trente ans, on a changé le monde », *Science et avenir*, interview publiée le 15 mars 2016.

Gueguen J. *et al.*, *Évaluation de l'efficacité de l'hypnose*, rapport Inserm, juin 2015.

Gomze-Pinilla F., Hillman C., « The influence of exercise on cognitive abilities », *Comprehensive Physiology*, vol. 3, n° 1, 2013, pages 403-428.

Gonen-Yaacovi G., De Souza L.C., Levy R., Josse G., Volle E., « Rostral and caudal prefrontal contribution to creativity: a meta-analysis of functional imaging data », *Frontiers in Human Neuroscience*, n° 7, 2013, page 465.

Goswami U., « Principles of learning, implications for teaching: A cognitive neuroscience Perspective », *Journal of Philosophy of Education*, vol. 42, n° 3-4, août-novembre 2008, pages 381-399.

Gottfried A.E., « Academic intrinsic motivation in young elementary school children », *Journal of Educational Psychology*, vol. 82, n° 3, 1990, pages 525-538.

Gottfried A.E., Fleming J.S., Gottfried A.W., « Role of parental motivational practices in children's academic intrinsic motivation and achievement », *Journal of Educational Psychology*, n° 86, 1994, pages 104-113.

Gottfried A.E., « Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students », *Journal of Educational Psychology*, n° 77, 1985, pages 631-645.

Green A.E., Spiegel K.A., Giangrande E.J., Weinberger A.B., Gallagher N.M., Turkeltaub P.E., « Thinking cap plus thinking zap: tDCS of frontopolar cortex improves creative analogical reasoning and facilitates conscious augmentation of state creativity in verb generation », *Cerebral Cortex*, 13 avril 2016.

Grégoire J., « L'intelligence… plus intelligible », *Les Grands Dossiers des Sciences Humaines*, n° 42, mars 2016.

Grimaldi P., Karpicke J., « When and why do retrieval attempts enhance subsequent encoding? », *Memory and Cognition*, vol. 40, n° 4, mai 2012, pages 505-513.

Grolnick W.S., Ryan R.M., « Autonomy in children's learning: an experimental and individual difference investigation », *Journal of Personality and Social Psychology*, n° 52, 1987, pages 890-898.

Grolnick W.S., Ryan R.M., Deci E.L., « Inner resources for school achievement: motivation mediators of children's perceptions of their parents », *Journal of Educational Psychology*, n° 83, 1991, pages 508-517.

Guay F., Vallerand R.J., « Social context, students'motivation, and academic achievement: towards a process model », *Social Psychological Education*, n° 1, 1997, pages 211-233.

Guezennec C.Y., « Effet de l'exercice physique et de l'entraînement sur la neurochimie cérébrale. Conséquence comportementale », *Annales Médico-Psychologiques, revue psychiatrique*, vol. 166, n° 10, décembre 2008, pages 813-816.

Harrison T.L., Shipstead Z., Hicks K.L., Hambrick D.Z., Redick T.S., Engle R.W., « Working memory training may increase working memory capacity but not fluid intelligence », *Psychological Science*, vol. 24, n° 12, 2013, pages 2409-2419.

Hart L., *Human Brain and Human Learning*, Longman Publishing Group, 1983.

Harter S., Cornell J., « A model of the relationship among children's academic achievement and their self-perceptions of competence, control, and motivational orientation », in **Nicholls J.G.** *et al.*, *The Development of Achievement Motivation*, JAI Press, 1984, pages 219-250.

Hattie J., *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-analyses relating to Achievement*, Routledge, 2009.

Hattie J., Yates G., *Visible Learning and the Science of How We Learn*, Routledge, 2014.

Hattie J., Gan M., « Instruction based on feedback », in **Mayer R., Alexander P.** *et al.*, *Handbook of Research on Learning and Instruction*, Routledge, 2011, pages 249-271.

Hillman C. *et al.*, « Be smart, exercise your heart : exercise effect on brain and cognition », *Nature Reviews of Neurosciences*, vol. 9, n° 1, 2008, pages 58-65.

Houde O., *Apprendre à résister*, Le Pommier, 2014.

Houde O., *Le Raisonnement*, collection « Que sais-je ? », PUF, 2014.

Howard-Jones P., « A multiperspective approach to neuroeducational research », *Educational Philosophy and Theory*, vol. 43, n° 1, 2011, pages 24-30.

Hyatt K. J., « Brain Gym® : Building stronger brains or wishful thinking? » *Remedial and Special Education*, vol. 28, n° 2, 2007, pages 117-124.

Immordino-Yang M.H., *Emotions, Learning and the Brain*, Norton & Company, 2016.

Immordino-Yang M.H., Damasio A.R., « We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education », *Mind, Brain and Education*, vol. 1, n° 1, 2007, pages 3-10.

Isen A.M., « Positive affect, cognitive processes and social behaviour », *Advances in Experimental Social Psychology*, n° 20, 1987, pages 203- 253.

Jablonska B., Gierdalski M., Kossut M., Skangiel-Kramska J., « Partial blocking of NMDA receptors reduces plastic changes induced by short-lasting classical conditioning in the SI barrel cortex of adult mice », *Cerebral Cortex*, vol. 9, n° 3, 1999, pages 222-231.

Ji D., Wilson M.A., « Coordinated memory replay in the visual cortex and hippocampus during sleep », *Nature Neurosciences*, 2006, vol. 10, n° 1, pages 100-107.

Jung-Beeman M., Bowden E.M., Haberman J., Frymiare J.L., Arambel-Liu S., Greenblatt R., Reber P.J., Kounios J., « Neural activity observed in people solving verbal problems with insight », *Public Library of Science – Biology*, n° 2, 2004, pages 500-510.

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Kandel E.R., *In Search of Memory*, WW Norton & Compagny, 2006.

Kandel E.R., *Principles of Neural Science*, McGraw-Hill Education, 5th edition, 2012.

Kahneman D., *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Straus & Giroux, 2011.

Kane J.M., **Mertz J.E.**, « Gender and mathematics Performance », *Notices of the AMS*, vol. 59, n° 1, 2012.

Karpick J.D., **Roediger H.L.**, « The critical importance of retrieval for learning », *Science*, 319, 2008, pages 966-968.

Kegan R., « What "form" transforms? A constructive-developmental approach to transformative learning » in **J. Mezirow** *et al.*, *Learning as Transformation*, Jossey-Bass, 2000, pages 3-34.

Kempermann G. *et al.*, « Functional significance of adult neurogenis », *Current Opinion in Neurobiology*, avril 2004, pages 186-191.

Kim J.J., **Diamond D.M.**, The stressed hippocampus, synaptic plasticity and lost memories. *Nature Reviews of Neurosciences*, vol. 3, n° 6, 2002, pages 452-462.

Koizumi H., « 3rd meeting of the CERI's Lifelong Learning Network », 2004, référencé dans *Understanding The Brain: the Birth of a Learning Science*, OECD, 2007.

Kotsou E., *Intelligence émotionnelle et management*, De Boeck, 2e édition, 2012.

Kounios J., **Beeman M.**, « The cognitive neuroscience of insight », *Annual Review of Psychology*, 65, 2014, pages 71-93.

Kramer A. *et al.*, « Exercise, Cognition, and the Aging Brain. », *Journal of Applied Physiology*, n° 101, 2006, pages 1237-1242.

Labar K.S., **Cabeza R.**, « Cognitive Neuroscience of Emotional Memory », *Nature Reviews of Neurosciences*, n° 7, 2006, pages 54-64.

Lachaux J.P., *Le Cerveau attentif*, Odile Jacob, 2013.

Lachaux J.P., *Le Cerveau funambule*, Odile Jacob, 2013.

La Recherche, spécial Mémoire, n° 432, juillet 2009, page 58.

Lebrun I., **Lafourcade P.**, *Comment s'exercer à apprendre ?* De Boeck, 2015.

Ledoux J., *The Emotional Brain*, Phoenix, 1999.

Légeron P., *Le Stress au travail. Un enjeu de santé*, Odile Jacob, 2015.

Levonne B.R. *et al.*, « Role of adult hippocampal neurogenesis in stress resilience », *Neurobiology of Stress*, vol. 1, janvier 2015, pages 147-155.

Lieberman M.D., **Eisenberger N.I.**, **Crockett M.J.**, **Tom S.M.**, **Pfeifer J.H.**, **Way B.M.**, « Putting feelings into words: affect labelling disrupts amygdala activity in response to affective stimuli », *Psychological Sciences*, vol. 18, n° 5, 2007, pages 421-428.

Lieberman M.D., *Why our Brains Are Wired to Connect*, Oxford University Press, 2013.

Lloyd J., **Barenblatt L.**, « Intrinsic intellectuality: Its relations to social class, intelligence, and achievement », *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 46, n° 3, 1984, pages 646-654.

Lopes P.N., **Brackett M.A.**, **Nezlek J.B.**, **Schütz A.**, **Sellin I.**, **Salovey P.**, « Emotional intelligence and social interaction », *Personality and Social Psychology Bulletin*, n° 30, 2004, pages 1018-1034.

Lorant-Royer S., **Spiess V.**, **Goncalves J.**, **Lieury A.**, « Programmes d'entraînement cérébral et performances cognitives : efficacité, motivation… ou "marketing" ? De la Gym-Cerveau au programme du Dr Kawashima », *Bulletin de Psychologie*, 61, 6, 498, 2008, pages 531-549.

Lorant-Royer S., **Munch C.**, **Mescle H.**, **Lieury A.**, « Kawashima vs. "Super Mario!" Should a game be serious in order to stimulate cognitive aptitudes? », *European Review of Applied Psychology*, n° 60, 2010, pages 221-232.

Luminet O., « Les émotions : des facettes inépuisables », *Sciences humaines*, Grands Dossiers n° 42, 2016.

Lupien S. *et al.*, « The effect of stress and stress hormones on human cognition: implications for the field of brain and cognition », *Brain and Cognition*, vol. 65, n° 3, 2007, pages 209-237.

Maguire E.A. *et al.*, « Navigation-related structural changes in the hippocampi of taxi drivers », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 97, n° 8, 2000, pages 4398-4403.

Mareschal D., **Butterworth B.**, **Tolmie A.**, *Educational Neurosciences*, Wiley Blackwell, 2013.

Mayer J.D., **Salovey P.**, « What is emotional intelligence? » in **Salovey P.**, **Sluyter D.** *et al.*, *Emotional Development and Emotional Intelligence: Implications for Educators*, Basic Books, 1997, pages 3-31.

Mayer J.D., **Salovey P.**, **Caruso D.**, « Emotional intelligence as Zeitgeist, as personality, and as a mental ability », in **Bar-On R.**, **Parker J.D.A.** *et al.*, *The Handbook of Emotional Intelligence*, Jossey-Bass, 2000, pages 92-117.

Mayer J.D., **Salovey P.**, **Caruso D.R.**, **Sitarenios G.**, « Measuring emotional intelligence with the MSCEIT V2.0 », *Emotion*, n° 3, 2003, pages 97-105.

Mayford M. *et al.*, « Synapses and memory storage », *Cold Spring Harbor Perspectives Biology*, vol. 4, n° 6, 1er juin 2012.

Mazza S. *et al.*, « Relearn faster and retain longer along with practice, sleep makes perfect », *Psychological Science*, publié en ligne avant impression le 16 août 2016.

McCabe D.P., **Castel A.D.**, « Seeing is believing: the effect of brain images on judgments of scientific reasoning », *Cognition*, vol. 107, 2008, pages 343-352.

McEwen B.S., **Sapolsky R.M.**, « Stress and cognitive function », *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 5, n° 2, 1995, pages 205-216.

McGaugh J.L., « The amygdala modulates the consolidation of memories of emotionally arousing experiences », *Annual Review of Neurosciences*, n° 27, 2004, pages 1-28.

McKeachie W., *Teaching tips: Strategies, Research and Theory for College and University Teachers*, Houghton Mifflin Co, pages 69-71, 10th edition, 1999.

Medina J., *Brain Rules*, Pear Press, 2014.

Mehta R.K. *et al.*, « Standing up for learning: a pilot investigation on the neurocognitive benefits of stand-biased school desk », *International Journal of Environmental Research and*

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Public Health, vol. 13, n° 1, 2016, page 59.

Mikolajczak M., Roy E., Luminet O., Fillée C., De Timary P., « Explaining the predictive effect of treat emotional intelligence regarding occupational stress: exploration of emotional labour processes », *Journal of Research on Personality*, n° 41, 2007, pages 1107-1117.

Mikolajczak M., Luminet O., Menil C., « Predicting resistance to stress: incremental validity of emotional intelligence over and above alexithymia and optimism », *Psychothema*, n° 18, 2006, pages 78-88.

Miller G.A., « The magical number seven, plus or minor two: some limits on our capacity for processing information », *Psychological Review*, 63, 1956, pages 81-97.

Miserandino M., « Children who do well in school: Individual differences in perceived competence and autonomy in above-average children », *Journal of Educational Psychology*, vol. 88, n° 2, 1996, pages 203-214.

Myers N., Mittermeier A.R., Mittermeier C.G., Da Fonseca G., Kent J., « Biodiversity hotspots for conservation priorities », *Nature*, n° 403, 2000, pages 853-858.

National Research Council, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, The National Academies Press, 2000.

Nestosko J. *et al.*, « Expecting to teach enhances learning and organisation of knowledge in free recall of text passages », *Memory and Cognition*, vol. 42, n° 7, 2014, pages 1038-1048.

Neurosup.fr

Nieoullon A., Coquere A., « Dopamine: a key regulator to adapt action, emotion, motivation and cognition », *Current Opinion in Neurology* , Suppl. 2, 2003.

O'Doherty J.P., « Reward representations and reward-related learning in the human brain: insights from neuroimaging », *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 14, n° 6, 2004, pages 769-76.

OCDE, *Comprendre le cerveau : Naissance d'une science de l'apprentissage*, OECD Publishing, CERI, 2007.

Oakley B., *A Mind for Numbers*, Penguin group, 2014.

Owen A.M., Hampshire A., Grahn J.A., Stenton R., Dajani S., Burns A.S., Howard R.J., Ballard C.G., « Putting brain training to the test », *Nature*, n° 465, 2010, pages 775-778.

Parker A.J., Krug K., « Neuronal mechanisms for the perception of ambiguous stimuli », *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 13, 2003, pages 433-439.

Pashler H., McDaniel M., Rohrer D., Bjork R., « Learning styles: concepts and evidence », *Psychological Science in the Public Interest*, vol. 9, n° 3, 2009, pages 105-118.

Pasquinelli E., *Mon cerveau ce héros*, Le Pommier, 1995.

Pawlak R., Magarinos A.M., Melchor J., McEwen B., Strickland S., « Tissue plasminogen activator in the amygdala is critical for stress-induced anxiety-like behavior », *Nature Neuroscience*, vol. 6, n° 2, 2003, pages 168-174.

Pessiglione M., « Comment le cerveau motive le comportement : du circuit de la récompense au système des valeurs », *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, vol. 198, n° 7, 2014.

Pham L.B., Taylor S.E., *The Effects of Mental Simulation on Exam Performance*, Unpublished manuscript, 1997.

Pham T.M., Söderström S., Henriksson B.G., Mohammed A.H., « Effects of neonatal stimulation on later cognitive function and hippocampal nerve growth factor », *Behavioural Brain Research*, vol. 86, n° 1, juin 1997, pages 113-120.

Pickering S.J., Howard-Jones P.A., « Educators' vue of the role of neuroscience in education: A study of UK and international perspective », *Mind, Brain and Education*, vol. 1, n° 3, 2007, pages 109-113.

Posner M.I., Rothbart M.K., « Research on attention networks as a model for the integration of psychological science », *Psychology*, n° 58, 2007, pages 1-23.

Raskoff Zeiss A., *Cognitive and Attentional Mechanisms in Delay of Gratification.*, vol. 21, 1972, pages 204-218.

Ravat J., « Actions, émotions, motivation : fondements psychologiques du raisonnement pratique », *Le Philosophoire*, 2007, n° 29, 2007, pages 81-95.

Raz A., Buhle J., « Typologies of attentional networks », *Nature Reviews of Neurosciences*, vol. 7, n° 5, 2006, pages 367-379.

Reigeluth C., Schwartz E., « An instructional theory for the design of computer based simulations », *Journal of Computer-Based Instruction*, vol. 16, n° 1, 1989, pages 1-10.

Rohrer D., Pashler H., « Increasing retention time without increasing study time », *Current Directions in Psychological Science*, 16, 2007, pages 183-186.

Rosenthal R., Jacobson L., « Pygmalion in the classroom », *The Urban Review*, Springer, 1968.

Rossi J.P., *Les Mécanismes de l'apprentissage*, De Boeck, 2014.

Rueda M.R., Posner M.I., Rothbart M.K., « The development of executive attention: contributions to the emergence of self-regulation », *Developmental Neuropsychology*, vol. 28, n° 2, 2005.

Ryan R.M., Deci E.L., « Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being », *American Psychologist*, n° 55, 2000, pages 68-78.

Salamone J.D., Correa M., « Motivational views of reinforcement: implications for understanding the behavioral functions of nucleus accumbens dopamine », *Behaviour Brain Research*, vol. 137, n° 1-2, 2002, pages 3-25.

Salovey P., Mayer J.D., « Emotional intelligence », *Imagination Cognition and Personality*, n° 9, 1990, pages 185-211.

Sandi C., « Stress and cognition », *Cognitive Science*, vol. 4, n° 3, 2013, pages 245-261.

Sender E., « Comment l'exercice physique booste nos capacités mentales », *Sciences et Avenir*, n° 821, juin 2015.

Shim J.Y., « Automatic knowledge configuration by reticular activating system », *Advances in Natural Computation*, vol. 3610, 2005, pages 1170-1178.

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

Schmitz T.W., De Rosa E., Anderson A.K., « Opposing influences of affective state valence on visual cortical encoding », *Journal of Neuroscience*, vol. 29, 2009, pages 7199-7207.

Schultz W., « Behavioural theories and the neurophysiology of reward », *Annual Review of Psychology*, n° 57, 2006, pages 87-115.

Shoda Y., Mischel W., Peake, Philip K., *Predicting Adolescent Cognitive and Self-Regulatory Competencies from Preschool Delay of Gratification: Identifying Diagnostic Conditions*, vol. 26, 1990, pages 978-986.

Siegel D.J., *The Developing Mind: Hox the Relationships and the Brain Interact to Shape Who We Are*, Guilford, 2e édition, 2012.

Souza D., *Mind, Brain & Education: Neuroscience Implications for the Classroom*, Solution Tree Press, 2010.

Spence I., Feng J., « Video games and spatial cognition », *Review of General Psychology*, vol. 14, n° 2, 2010, pages 92-104.

Squire L.R., Kandel E.R., *Memory from mind to molecule*, second edition, Greenwood Village, Roberts & Compagny, 2009.

Stanford Center on Longevity, *A consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community*, 20 octobre 2014, http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community/

Stora J.B., *Le Stress*, collection « Que sais-je ? », PUF, 8e édition, 2010.

Stordeur J., *Comprendre, apprendre, mémoriser*, De Boeck, 2014.

Strick M., Holland R.W., Van Baaren R.B., Van Knippenberg A., « Finding comfort in a joke: consolatory effects of humour through cognitive distraction », *Emotion*, n° 9, 2009, pages 574-578.

Strick M., Holland R.W., Van Baaren R.B., Van Knippenberg A., « Those who laugh are defenceless: how humour breaks resistance to influence », *Journal of Experimental Psychology: Applied*, n° 18, 2012, pages 213-223.

Sy T., Cote S., Saavedra R., « The contagious leader: impact of the leader's mood on the mood of the group's members, group affective tone and group processes », *Journal of Applied Psychology*, n° 1990, 2005, pages 285-305.

Tambini A. *et al.*, « Enhanced brain correlations during rest are related to memory for recent experiences », *Neuron*, vol. 65, n° 2, 2010, pages 280-290.

Tardif E., Doudin P.A. *et al.*, *Neurosciences et Cognition. Perspectives pour les sciences de l'éducation*, De Boeck supérieur, 2016.

Tokuhama-Espinosa T.N., *The scientifically substantiated art of teaching: A study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain and education science)*, unpublished doctoral dissertation, Capella University, 2008.

Toscani P., « Apprendre avec les neurosciences : rien ne se joue avant 6 ans », *Chroniques sociales*, 2012.

Toscani P. *et al.*, « Les neurosciences au cœur de la classe », *Chroniques sociales*, 2013.

Toscani P., « Savoir tisser des liens. Neurosciences et pédagogie », *Cahiers pédagogiques*, n° 527, février 2016.

Vallerand R.J., Grouzet F.E., « Pour un modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque dans les pratiques sportives et l'activité physique » in **Cury F., Sarrazin P.** *et al.*, *Théories de la motivation et pratiques sportives : état des recherches*, collection Pratiques corporelles, PUF, 2001, pages 57-95.

Van Duijvenvoorde A.C., Zanolie K., Rombouts S.A., Raijmakers M.E., Crone E.A., « Evaluating the negative or valuing the positive? Neural mechanisms supporting feedback-based learning across development », *Journal of Neuroscience*, n° 28, 2008, pages 9495-9503.

Voyer D., Voyer S., « Gender differences in scholastic achievement: a meta-analysis », *Psychological Bulletin*, vol. 140, n° 4, 2014, pages 1174-1204

Wagner A., Schacter D., Rotte M., Koutstaal W., Maril A., Dale A.M., Rosen B., Buckner R., « Building memories: remembering and forgetting of verbal experiences as predicted by brain activity », *Science*, vol. 281, 1998, pages 1188-1191.

Walker M.P. *et al.*, « Dissociable stage of human memory consolidation and reconsolidation », *Nature*, 9 octobre 2003, pages 616-620.

Wang J., Rao H., Wetmore G.S., Furlan P.M., Korczykowski M., Dinges D.F., Detre J.A., « Perfusion functional MRI reveals cerebral blood flow pattern under psychological stress », *Proceeding of National Academy of Science*, vol. 102, n° 49, 2005, pages 17804-17809.

Weinberg L., « A single bout of resistance exercice can enhance episodic memory performance », *Acta Psychologica*, vol. 153, novembre 2014, pages 13-19.

Weisberg D.S., Keil F.C., Goodstein J., Rawson E., Gray J.R., « The Seductive allure of neuroscience explanations », *Journal of Cognitive Neurosciences*, vol. 20, n° 3, 2008, pages 470-477.

White-Schwoch T., Woodruff Carr K., Anderson S., Strait D., Kraus N., « Older adults benefit from music training early in life: biological evidence for long-term training-driven plasticity », *Journal of Neurosciences*, vol. 33, n° 45, 2013, pages 17667-74.

Willingham D.T., *Why Don't Students Like School?*, Jossey-Bass, 2009.

Willis J., *Research-based Strategies to Ignite Student Learning*, ASCD, 2006.

Willis J., « The science of success: Optimizing achievement and reducing failure », *Proceedings of the Learning and the Brain Conference*, Chicago IL, 2011.

Yan V.X. *et al.*, « Why does guessing incorrectly enhance, rather than impair, retention? », *Memory and Cognition*, vol. 42, n° 8, 2014, pages 1373-1383.

© Groupe Eyrolles

Terme	*Définition*	*Pages*
Biais cognitif	Les biais cognitifs sont des raccourcis automatiques qu'emprunte notre cerveau pour émettre rapidement des jugements et prendre des décisions. Ils nous permettent d'être efficaces mais peuvent nous induire en erreur en nous déviant de la pensée rationnelle ou logique à notre insu.	*36, 38, 51, 149, 160*
Cerveau bayésien	Hypothèse scientifique se référant à la capacité de notre cerveau à faire des statistiques à partir des quantités d'informations qu'il recueille en permanence. Dès les premiers mois de vie, l'homme serait doté de compétences statistiques lui permettant de faire des déductions logiques.	*50*
Cerveau exécutif	Anatomiquement, il correspond au cortex préfrontaI. Il représente une série de fonctions du processus cognitif. Il recouvre des capacités aussi variées que la planification, la flexibilité mentale, le raisonnement, l'élaboration de stratégie, le contrôle de l'action, la capacité à inhiber les informations non pertinentes...	*61, 64, 139, 168*
Cerveau social	Il se réfère aux fondements neuro-physiologiques des comportements sociaux. Il est l'objet d'étude des neurosciences sociales. Selon la théorie du cerveau social, notre cerveau aurait évolué pour permettre des interactions sociales de plus en plus riches et complexes.	*44, 53*
Chunking	Cette pratique consiste à relier les informations en fonction de leur sens pour former des clusters cohérents. Le nombre d'items par *chunk* augmente ainsi progressivement au cours de l'apprentissage. La capacité à manipuler des *chunks* « lourds » caractérise le stade de l'expertise.	*62, 69, 105, 122*
Cognition/ metacognition	La cognition regroupe l'ensemble des processus mentaux permettant l'accès à la connaissance comme le langage, le raisonnement, la mémoire, l'attention, la résolution de problème, la prise de décision… La metacognition est le processus par lequel on observe ses propres processus mentaux. Elle permet de prendre conscience des chemins qu'emprunte notre pensée, et éventuellement, de les réguler.	*46, 72, 134, 135*
Digital Learning	Couvre le champ de l'usage des technologies numériques dans l'ensemble du processus formation. Comme tout secteur économique, la formation vit une transformation forte sous la poussée du numérique. MOOC, e-learning, LMS, *social learning*, *serious games*… autant de sous-segments du Digital Learning.	*153, 158*
Effet « eurêka ! »	Il s'agit de l'instant de compréhension « flash » qui s'établit lorsque le cerveau fait soudainement le lien entre des éléments qu'il n'avait pas reliés jusque-là. Il s'accompagne d'un sentiment de certitude subite et d'euphorie. Il est associé à une production de dopamine dans le cerveau.	*66, 88, 124, 155, 163, 165*
Épigénétique	Champ de la biologie qui se penche sur l'interaction entre les gènes et l'environnement. Contrairement à ce que l'on a longtemps cru, certains gènes ne s'expriment que si le contexte les y encourage. Notre comportement (mode de vie) s'avère ainsi déterminant dans l'expression ou non d'un certain nombre de pathologies comme l'obésité.	*55*

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Terme	Définition	Pages
Feedback (ou retour d'expérience)	L'objectif du feedback est de réduire le décalage entre la compréhension ou la performance de l'apprenant et le but à atteindre. Le feedback se présente comme un outil pédagogique essentiel permettant un processus répété d'ajustement des connaissances qui rapproche du but explicite.	*157, 159*
Intelligence émotionnelle	Établi par Peter Salovey et John Mayer, le concept d'intelligence émotionnelle recouvre la capacité à réguler ses propres émotions et celles des autres pour développer des comportements plus adaptés. Cette aptitude peut être entraînée. Il manque à ce jour un outil de mesure scientifiquement validé qui fasse consensus.	*141, 142, 143*
Interleaving	Technique consistant à alterner les sujets et les thématiques traitées au cours d'un même enseignement. Le gain de complexité ainsi obtenu contribuerait à renforcer la compréhension et la mémorisation.	*112, 115*
Loi de Hebb	La loi de Hebb est une hypothèse scientifique. Elle postule que les neurones stimulés au même moment se relient transitoirement entre eux. La répétition persistante de cette activation finit par créer une trace stable.	*59, 101*
Mémoire épisodique	C'est la mémoire des événements passés. Elle nous permet de reconstruire les expériences vécues avec les émotions et les sensations qui s'y rattachent comme dans un film. Elle est nécessaire à la construction des souvenirs autobiographiques, et donc à notre identité.	*99, 101, 109, 119*
Mémoire explicite/ implicite	La mémoire explicite (ou déclarative) est l'ensemble des souvenirs qui peuvent être retrouvés et exprimés consciemment. La mémoire implicite (ou non déclarative) est l'ensemble des souvenirs qui peuvent être retrouvés mais ne peuvent être exprimés consciemment.	*101, 120*
Mémoire perceptive	C'est la mémoire des éléments perçus par nos sens. Elle permet d'identifier spontanément des perceptions déjà rencontrées, c'est-à-dire les repères familiers. Nous reconnaissons ainsi très vite un visage, un animal ou un objet qui a déjà croisé notre chemin.	*99, 109*
Mémoire sémantique	C'est la mémoire des connaissances, des significations et des concepts. C'est elle qui donne le sens des informations mémorisées. Elle représente tout ce que nous savons du monde et de nous-mêmes. Elle a besoin de structure pour fonctionner correctement.	*118, 119, 120, 122*
Mémoire de l'action (ou mémoire procédurale)	Cette mémoire englobe les habiletés motrices, les savoir-faire et les procédures. C'est elle qui nous permet de faire du vélo ou de structurer une phrase. Elle est généralement inconsciente.	*61, 100, 101, 122*
Mémoire de travail	Elle permet de maintenir à la conscience les informations dont nous avons simultanément besoin le temps de réaliser une opération mentale comme parler, lire, calculer ou réfléchir. Utilisée dans toutes les tâches cognitives, elle joue un rôle critique dans la compréhension et l'apprentissage. Elle ne peut stocker qu'une quantité limitée d'informations pendant un temps court, de quelques secondes à quelques minutes.	*34, 61, 66, 89, 90, 98, 101, 104, 105, 119, 122, 123, 135, 168*

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Terme	Définition	Pages
Mode focus/ Mode diffus	L'attention peut prendre deux formes. Le mode focus est utilisé quand un effort conscient est fourni pour obtenir et maintenir le niveau de concentration nécessaire à l'exécution d'une tâche. Le mode diffus se met en place dès que nous cessons de réfléchir. Il laisse notre esprit vagabonder librement. Il ne requiert aucun effort de notre part. Les deux modes fonctionnent en mode alternatif. Ils sont tous les deux indispensables à l'apprentissage.	*87, 88*
Neuroéducation	Discipline émergente se situant au carrefour des neurosciences, de la psychologie et de la pédagogie. Elle vise à décrypter les connaissances en sciences de la cognition et du cerveau susceptibles d'améliorer les pratiques éducatives chez l'enfant et l'adulte.	*16, 21, 23, 25*
NeuroLearning	Domaine d'application des enseignements des neurosciences à l'univers du management et de la formation pour l'adulte. Il décrit d'une part la façon dont notre cerveau apprend, et d'autre part la façon dont on peut améliorer l'apprentissage par la connaissance du fonctionnement neuronal.	*9, 12, 24, 173*
Neurones miroirs	Les neurones miroirs sont des neurones particuliers qui s'activent lorsqu'un sujet exécute un mouvement, voit un autre sujet l'exécuter ou imagine l'exécuter. Selon certains scientifiques, ils permettraient de comprendre l'intention de l'autre mais ce point reste controversé.	*49*
Storytelling	Technique de communication s'appuyant sur le récit et le discours narratif pour faire passer un message. En sollicitant l'imagination, l'histoire engage de nombreuses zones cérébrales. Elle vient stimuler les régions sensorielles, motrices, affectives et cognitives. Cette riche sollicitation est susceptible de faciliter l'attention, la compréhension et la mémorisation.	*84, 147*
Systèmes 1 et 2	Hypothèse scientifique se référant à deux modes de la pensée pour émettre un jugement ou prendre une décision. Le système 1, rapide, intuitif et peu coûteux en énergie nous permettrait d'exécuter rapidement les activités routinières en « pilote automatique ». Le système 2, plus lent, plus logique et plus coûteux en énergie interviendrait pour résoudre une situation inhabituelle ou complexe.	*52, 61, 76, 163*
Trace mnésique (ou mémorielle ou encore neuronale)	Modification des neurones (en particulier au niveau des synapses qui les relient) correspondant au codage des informations et permettant leur mémorisation. L'élaboration de la trace est un phénomène dynamique, particulièrement fragile au début. Une sollicitation intense et répétée permet sa consolidation. Elle représente le substrat anatomique de la mémoire.	*58, 67, 70, 104, 110, 113*
Vicariance	La vicariance dans le domaine de l'apprentissage correspond au fait que les sujets utilisent des stratégies différentes pour apprendre. L'imagerie a confirmé que nous utilisons des chemins cognitifs différents pour parvenir au même résultat, par exemple résoudre un problème mathématique. Ce sont ces modalités spécifiques à chacun que l'on appelle vicariance.	*57*

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

SOMMAIRE 7

PRÉFACE 9

Les illusions et les ressources de l'apprentissage numérique 9
La dispersion des savoirs et l'établissement de stratégies cognitives 10
Un peu d'optimisme 10

INTRODUCTION 11

❶ UNE DISCIPLINE ÉMERGENTE : LA NEUROÉDUCATION 15

QU'EST-CE QUE LA NEUROÉDUCATION ? 16
Des buts, des perspectives et des langages différents 17
« Neuro », un label qui agace parfois 17
Une naissance mouvementée 17
Officialisation et consécration au XXIe siècle 18
Des détracteurs moins virulents 19

QUELLES SONT LES LIMITES DE LA NEUROÉDUCATION ? 20
De la preuve scientifique à son interprétation 20
Du laboratoire à la salle de cours 20
De la salle de cours au laboratoire 20
Informer plutôt que prescrire 20

LES BONNES SOURCES DE LA NEUROÉDUCATION 21
Qui sont les experts en neuroéducation ? 21
Comment se former à la neuroéducation ? 22
Conférences, sites et littérature 22
Neuroéducation : qu'en pensent les enseignants ? 23
Neuroéducation : quelle valeur ajoutée ? 23
De la neuroéducation au NeuroLearning 24

❷ NEUROMYTHES : LÉGENDES ET AUTRES A PRIORI 27

LA CHASSE AUX NEUROMYTHES EST OUVERTE 28
D'où sortent les neuromythes ? 28
À qui profitent les neuromythes ? 28
Éradiquer les neuromythes : oui mais attention ! 29
Comment armer enseignants et décideurs face aux neuromythes ? 29

DIX NEUROMYTHES À POURFENDRE 29
Neuromythe n° 1 : « Nous n'utilisons que 10 % de notre cerveau » 29
Neuromythe n° 2 : « Nous sommes cerveau droit ou cerveau gauche » 30
Neuromythe n° 3 : « Tout se joue dans la petite enfance pour apprendre » 30
Neuromythe n° 4 : « Il existe trois styles d'apprentissage » 31
Neuromythe n° 5 : « Écouter Mozart rend intelligent » 31
Neuromythe n° 6 : « La Brain Gym® favorise l'apprentissage » 32
Neuromythe n° 7 : « Le cerveau (des femmes/des jeunes) est multitâches » 32
Neuromythe n° 8 : « Hommes et femmes ont des intelligences très différentes » 32
Neuromythe n° 9 : « Les jeux vidéo de *brain training* sont efficaces » 33
Neuromythe n° 10 : « Il est possible d'apprendre en dormant » 34

COMMENT NOTRE CERVEAU NOUS ILLUSIONNE 35
Un cerveau profondément influençable 35
La puissance de l'argument neuroscientifique 35
La redoutable analogie fallacieuse 35
A fait mieux que B : et alors ? 36
Biais cognitifs et autres chausse-trappes 36
Connaissez-vous l'effet Hawthorne ? 37
Dissonance cognitive et biais de confirmation 37
L'effet Golem, inverse de Pygmalion 38
Alors, que faire de ses intuitions ? 38

COMMENT DÉMASQUER LA PSEUDO-SCIENCE ? 39
Connaître les trois questions indispensables 39
Sept clés pour la lecture critique d'une étude 40

❸ APPRENDRE VU DU CERVEAU 43

APPRENDRE OU PÉRIR 44
Qu'est-ce qu'apprendre selon les neurosciences ? 44
La théorie des trois cerveaux : encore un mythe 45
Le reptile a un cortex et l'homme ne descend pas du singe 45
Limace et homme : même combat 45

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

LE SIÈCLE DU CERVEAU 46
Imagerie cérébrale : le cerveau en action 47
Le système le plus complexe connu de l'homme 47
L'incroyable plasticité du cerveau 47
Neurogenèse : un dogme s'effondre 48
Un cerveau remodelable à vie 48
Le jeu des neurones miroirs 49
CERVEAU : STATISTICIEN, ÉMOTIF ET BAVARD 49
Le cerveau bayésien 50
Statisticien dès la naissance 50
Un cerveau souvent irrationnel 51
Un cerveau à deux vitesses 52
Les émotions indispensables à la décision 52
Le rôle des marqueurs somatiques 53
Le cerveau social 53
INTELLIGENCE ET APPRENTISSAGE : QUI, DE L'ŒUF OU DE LA POULE… ? 54
Capacité d'apprentissage : inné ou acquis ? 54
Cerner la notion d'épigénétique 55
L'effet Flynn 56
Intelligence : unique ou multiple ? 56
Savoir que les cerveaux sont différents mais semblables 57
Le paradoxe d'un immense potentiel et de sévères limitations 58
NEUROBIOLOGIE DE L'APPRENTISSAGE 58
Les traces de l'apprentissage dans le cerveau 58
La loi de Hebb 59
La biochimie de l'apprentissage 59
Un organe vorace mais économe 60
DU CERVEAU NOVICE AU CERVEAU EXPERT 60
Les champions ont une intelligence normale 61
L'arrière du cerveau prend la main 61
L'avant du cerveau se libère 61
Savoir ralentir au bon moment 61
De très gros *chunks* 62
La métacognition 62
Un rude labeur 63
APPRENDRE AUTREMENT AU XXIe SIÈCLE 63
Apprendre à apprendre 63
Enseigner pour apprendre 64
Vers une méta-intelligence ? 64
Apprendre au cerveau à résister 64
Savez-vous résister ? 65
Résister au Marshmallow 65
Développer un cerveau créatif 66
APPRENTISSAGE : QUATRE GRANDS FILTRES, SEPT PRINCIPES 67
Les quatre filtres 67
Filtre n° 1 : l'attention est un goulot étroit 67
Filtre n° 2 : découvrir comment comprendre aide à apprendre 68
Filtre n° 3 : l'apprentissage s'inscrit dans la mémoire 69
Filtre n° 4 : les émotions et la motivation agissent sur l'apprentissage 70
Les sept principes 71
Principe n° 1 : l'impact du vieillissement est limité 71
Principe n° 2 : le lien corps-esprit est primordial 71
Principe n° 3 : le sommeil renforce l'apprentissage 72
Principe n° 4 : l'exercice physique favorise la cognition 72
Principe n° 5 : la nutrition joue son rôle 73
Principe n° 6 : l'état de santé influe sur l'apprentissage 73
Principe n° 7 : le cadre joue un rôle central 74
VU DU CERVEAU : TREIZE FAITS EN SYNTHÈSE 75
❹ L'ATTENTION : UN DOUBLE DÉFI 77
COMPRENDRE LE RÔLE DE L'ATTENTION 78
Découvrir l'impact de l'attention sur la performance et le bien-être 79
Décoder l'effet cocktail-party 80
SOLLICITER LES SENS POUR FAVORISER L'ATTENTION : COMMENT FAIRE ? 80
Émotion : découvrir que tout est au commencement 82
Donner du rythme : la dixième minute fatidique 83
Doper le duo sensations-émotions : cinq outils clés 84
Trouver le bon niveau de pression pour faciliter l'attention 85
DÉCOUVRIR LE MODE FOCUS ET LE MODE DIFFUS 87
Faciliter la créativité par le mode diffus 88
Multiplier les moments « eurêka ! » 88
Comprendre le rôle du contrôle cognitif 89

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

PRÉSERVER ACTIVEMENT L'ATTENTION 90
Pourquoi ? 90
Comment ? 91
Renforcer sa résistance attentionnelle 92
- Repérer les intrus de l'attention 92
- Récupérer 93
- S'entraîner 94

5 PAS D'APPRENTISSAGE SANS MÉMORISATION 97

DÉCOUVRIR LES SECRETS DE LA MÉMOIRE 98
La mémoire à court terme ou mémoire de travail 98
Les mémoires à long terme 99
- Les mémoires de représentation 99
- La mémoire de l'action, dite mémoire procédurale 100

CRÉER DES TRACES MÉMORIELLES, POURQUOI ET COMMENT ? 102
Distinguer les trois phases de la mémorisation 102
Sans attention, pas de mémorisation 103
Comprendre comment se construit la trace mémorielle 104
Tirer le meilleur parti de la mémoire de travail par le *chunking* 105
Inciter systématiquement l'apprenant à restructurer l'information 107
Apprendre à multiplier les indices de récupération 108
- Les indices sémantiques 108
- Les indices sensoriels 109
- Les indices émotionnels : comprendre le lien entre émotion et mémorisation 110

RÉPÉTER, OUI… MAIS COMMENT ? ÉLABORER LE PROGRAMME DE RÉPÉTITION OPTIMAL 112
Comment répéter : l'éloge de l'effort 112
- Varier la répétition plutôt que répéter à l'identique 112
- Intercaler les sujets plutôt que les traiter en bloc 112
- Susciter l'effort de récupération plutôt que la faciliter 113
- Écrire à la main plutôt que taper sur le clavier 113

Quand répéter : le secret de l'espacement croissant 113
- Répéter en bloc ou fractionner ? 113
- À quel intervalle répéter dans le temps ? 113

Intégrer la stratégie du test à répétition 116

AUTRES MYTHES ET RÉALITÉS À CONNAÎTRE SUR LA MÉMOIRE 117
Comprendre les sources d'inégalités face à la mémoire 117
Faut-il encore apprendre par cœur ? 118
Connaître l'intérêt limité des moyens mnémotechniques 118
Peut-on renforcer sa mémoire ? 119
Quid de la mémoire non-consciente ? 120

IDENTIFIER LES ENNEMIS ET LES ALLIÉS DE LA MÉMOIRE 121
L'ennemi n° 1 : le stress 121
Un grand allié : l'exercice physique 121
Les autres facteurs de notre mode de vie ayant une influence sur notre mémoire 121

DISTINGUER LA MÉMOIRE D'UN DÉBUTANT DE CELLE D'UN EXPERT 122
La taille des *chunks* 122
Les zones activées dans le cerveau en situation 122
L'intensité de l'effort nécessaire 122
Le niveau de contrôle 122
La vitesse d'exécution 122

FAVORISER LA MÉMOIRE 123
Mémoriser, c'est se raconter une histoire 123
Il faut oublier pour mémoriser ! 124
S'appuyer sur le mode par défaut du cerveau 124

6 ÉMOTIONS ET MOTIVATION 129

LES ÉMOTIONS DANS L'APPRENTISSAGE 130
Apprendre provoque des émotions 131
L'intérêt récent des scientifiques pour les émotions 131
Émotions : de quoi s'agit-il ? 131
Neurobiologie des émotions 132
Émotion et traitement de l'information 133
Émotions et cognition sont étroitement intriquées 134
Émotions, stress et cognition 135
Comment les émotions négatives court-circuitent le raisonnement 136
Comment les émotions agréables favorisent la réflexion 137
Impact de l'humeur sur la créativité 138

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

COMMENT RÉGULER LES ÉMOTIONS EN PRATIQUE 138
Traquer les sources de stress excessif 138
Rassurer pour faciliter 139
Changer les croyances sur le cerveau 139
Repérer le point de bascule 140
Réguler activement le stress 140
Intelligence émotionnelle et résistance au stress 141
Le concept d'intelligence émotionnelle 142
Les compétences en jeu 142
Contagion émotionnelle et rôle du leader 143
Comment développer son intelligence émotionnelle ? 143
Jouer pour activer favorablement les émotions 144
Le rire : un antidote naturel au stress 145
L'IMPACT DES RELATIONS SUR L'APPRENTISSAGE 145
Le cerveau en tant qu'organe social d'adaptation 145
Interactions sociales et apprentissage 146
La qualité de la relation 147
L'intérêt du storytelling 147
LA MOTIVATION 148
Des freins à surmonter 148
Qu'est-ce que la motivation ? 149
Le conditionnement opérant 149
Plaisir et déplaisir : une question de survie 150
Anticiper une récompense procure du plaisir 150
Surprises et attentes engagent la dopamine 151
Dopamine : de multiples impacts dans l'apprentissage 151
Extrinsèque ou intrinsèque 152
La motivation autodéterminée 153
Utiliser la motivation extrinsèque à bon escient 154
Comment favoriser les motivations autodéterminées 155
Un puissant moteur : comprendre l'effet « eurêka ! » 155
Signal d'erreur et dopamine : désagréable mais indispensable 156
Jeux vidéo : le secret de leur attraction 156
L'ART MÉCONNU DU FEEDBACK (LE RETOUR D'EXPÉRIENCE) 157
L'objectif du feedback 157
Quand le compliment décourage l'effort 158
Les dix critères d'efficacité du feedback informel 159
L'importance de l'auto-feedback 159
L'effet Ikea 160
LA CRÉATIVITÉ 161
Processus créatif et émotions : quel lien ? 161
Quels facteurs influent sur le potentiel créatif ? 161
Une compétence transversale 162
L'activité alpha du cerveau créatif 162
La neuro-imagerie 163
Retour sur les systèmes 1 et 2 163
Inhiber le système 1 pour créer 164
Deux approches pour résoudre un problème 165
Le processus de création : converger et diverger 165
Un processus riche en émotions 167
Comment l'émotion éclaire-t-elle la décision ? 167
De multiples compétences en jeu 167
Les fonctions exécutives en première ligne 168
Stimuler la créativité 168
- Le rôle du jeu dans la créativité 168
- Ne penser à rien 169
- Encourager la métacognition 169
- Dormir pour trouver la solution 169
- Utiliser au mieux les pauses 170

Émotions et intuition : quel rapport ? 170
Comment mesurer la créativité ? 170

CONCLUSION 173
BIBLIOGRAPHIE 175
LEXIQUE INDEXÉ 181

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47

© Groupe Eyrolles

Ce document est la propriété exclusive de NICOLAS GALAS (nicolas.galas@optimhum.net) - lundi 18 janvier 2021 à 13h47
© Groupe Eyrolles

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons exprimer toute notre gratitude à Philippe Vernier pour sa bienveillance à l'égard de notre démarche et ses précieux éclairages. La clarté de ses explications nous a constamment guidés dans le monumental labyrinthe des neurosciences modernes. La restitution de ce que nous avons compris, grâce à lui, reste bien sûr sous notre entière responsabilité.

Nos remerciements les plus sincères aux auteurs dont les ouvrages et publications ont richement nourri notre réflexion. Ils sont nombreux et tous cités dans la bibliographie. Nous avons été particulièrement marqués par les travaux de Stanislas Dehaene, Olivier Houdé, Jean-Philippe Lachaux et Elena Pasquinelli. Nous espérons avoir été fidèles à leur pensée.

Un immense merci, enfin, à Denis-Julien Costes pour son soutien inconditionnel et son aide inestimable dans les moments « chauds ». Les nuits passées à rassembler la bibliographie nous laissent, en particulier, un souvenir aussi laborieux que joyeux.